DER MECHANISMUS

DER

SKOLIOTISCHEN WIRBELSÄULE.

VON

PROF. DR. EDUARD ALBERT
K. K. HOFRATH UND VORSTAND DER CHIRURGISCHEN KLINIK IN WIEN.

MIT 34 ABBILDUNGEN.



30

WIEN 1899.
ALFRED HÖLDER
K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER
I. ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Verlag von **Alfred Hölder**, k. u. k. Hof- und Universitäts-Buchhändler in Wien.
I., Rothenthurmstrasse 15.

SPECIELLE
PATHOLOGIE UND THERAPIE

herausgegeben von

HOFRATH PROF. D[R.] HERMANN NOTHNAGEL.

Die Tendenz des Werkes ist, vor allem eine klinische Darstellung zu bringen. Alle Hilfswissenschaften der inneren Medicin werden bei der Bearbeitung in dem nothwendigen Umfange berücksichtigt werden, das Schwergewicht jedoch wird auf der klinischen Darstellung liegen. Die Namen der Mitarbeiter bürgen dafür, dass die Ergebnisse umfassender oder specialistischer, jedenfalls aber ausgereifter und sicher begründeter Erfahrung geboten werden.

Eintheilung der Bände*):	Subscript.-preis M. Pf.	Einzel-preis M. Pf.
I. **Die Vergiftungen.** Prof. Dr. R. v. Jaksch in Prag. Mit 29 Figuren	13.—	14.—
II. **Acute Infectionskrankheiten:**		
Diphtherie und diphtheritischer Croup. Prof. Dr. A. Baginsky in Berlin. Mit 68 Abbild.	10.60	11.60
Die Malariakrankheiten. Doc. Dr. J. Mannaberg in Wien. Mit 4 Tafeln und 2 Karten in Farbendruck	11.—	12.—
III. **Acute Infectionskrankheiten:**		
Der Unterleibstyphus. Geh. Med.-R. Prof. Dr. H. Curschmann in Leipzig. Mit 47 Abbildungen	9.50	10.00
Typhus exanthematicus, — recurrens. Ephemera. Von demselben.		
Erysipelas (Rose, Rothlauf) und Erysipeloid. Prof. Dr. H. Lenhartz in Hamburg. Mit 32 Abbildungen	2.50	3.—
Die septischen Erkrankungen, Parotitis. Von demselben.		
IV. **Acute Infectionskrankheiten:**		
Cholera asiatica und Cholera nostras. Prof. Dr. K. v. Liebermeister in Tübingen	2.80	3.60
Influenza und Dengue. Geh. San.-R. Prof. Dr. O. Leichtenstern in Köln. Mit 2 Abbild. und 1 Curventafel	4.80	6.40
Keuchhusten. Bostock'scher Sommerkatarrh (Heufieber). Doc. Dr. G. Sticker in Giessen	2.80	3.60
Acute Exantheme. Einleitung: Masern. Prof. Dr. Th. v. Jürgensen in Tübingen	4.20	5.60
Scharlach. Rötheln. Varicellen. Von demselben	6.40	8.70
Variola (incl. Vaccination). Prof. Dr. H. Immermann in Basel	6.20	8.40
V. **Acute Infectionskrankheiten:**		
Der acute Gelenkrheumatismus (Rheumatismus articularis acutus). Hofr. Prof. Dr. A. Přibram in Prag. Mit 3 Figuren, 28 Tabellen und 4 Tafeln	12.20	13.60
Tetanus. Geh. Med.-R. Prof. Dr. E. v. Leyden und Dr. F. Blumenthal in Berlin.		
Dysenterie (Ruhr). Dr. Kartulis in Alexandrien. Mit 15 Abbildungen	2.20	3.—
Pest. Doc. Dr. H. F. Müller in Wien (†) und Dr. R. Pöch in Wien.		
Gelbfieber. Prof. Azévedo Sodré in Rio Janeiro.		
Der Schweissfriesel. Prof. Dr. H. Immermann in Basel	1.50	2.—
Zoonosen. I. Milzbrand, Rotz, Actinomykosis, Maul- und Klauenseuche. Prof. Dr. F. v. Korányi in Budapest. Mit 6 Abbildungen und 6 Tafeln in Farbendruck	4.80	6.—
Zoonosen. II. Lyssa. Prof. Dr. A. Högyes in Budapest. Mit 18 Abbildungen	4.80	6.—
VI. **Thierische Parasiten.** Geh. Med.-R. Prof. Dr. F. Mosler in Greifswald und Prof. Dr. E. Peiper in Greifswald. Mit 124 Holzschnitten	9.—	11.20
VII. **Chronische Constitutionskrankheiten:**		
Rhachitis und Osteomalacie. Prof. Dr. O. Vierordt in Heidelberg. Mit 12 Abbildungen	3.20	4.80
Die Akromegalie. Doc. Dr. M. Sternberg in Wien. Mit 16 Abbildungen	3.30	4.20
Vegetationsstörungen und Systemerkrankungen der Knochen. Von demselben. Mit 10 Abbildungen	2.40	3.—
Gicht. Prof. Dr. O. Minkowski in Strassburg.		
Fettsucht. Prof. Dr. K. v. Noorden in Frankfurt a. M.		
Rheumatismus chronicus. Arthritis deformans. Hofr. Prof. Dr. A. Přibram in Prag.		
Der Diabetes mellitus. Prof. Dr. B. Naunyn in Strassburg. Mit 1 Tafel	10.—	12.—
Der Diabetes insipidus. Doc. Dr. D. Gerhardt in Strassburg	1.—	1.20
VIII. **Erkrankungen des Blutes und der blutbildenden Organe:**		
Die Anämie. Geh. Med.-R. Prof. Dr. P. Ehrlich in Berlin und Dr. A. Lazarus in Charlottenburg. I. Abtheilung. Mit 3 Abbildungen und 1 Curve	3.—	3.60
Die Bleichsucht. Prof. Dr. K. v. Noorden in Frankfurt a. M.	4.20	5.20
Die Krankheiten der Milz und die haemorrhagischen Diathesen. Prof. Dr. M. Litten in Berlin. Mit 2 Abbildungen und 1 Tafel in Farbendruck	8.—	8.80
IX. **Erkrankungen des Nervensystems:**		
Gehirnpathologie. Prof. Dr. C. v. Monakow in Zürich. Mit 211 Abbildungen	24.—	25.—
Die Geschwülste des Gehirns. Prof. Dr. H. Oppenheim in Berlin. Mit 14 Abbildungen	6.—	8.—
Die syphilitischen Erkrankungen des Gehirns. Von demselben. Mit 17 Abbildungen	4.20	5.60
Die Encephalitis und der Hirnabscess. Von demselben. Mit 7 Abbildungen	5.80	7.—
Die progressive allgemeine Paralyse. Hofr. Prof. Dr. R. v. Krafft-Ebing in Wien	2.15	2.70
Infantile Cerebrallähmung. Doc. Dr. S. Freud in Wien	6.40	8.—
Erkrankungen der Hirnhäute, Hydrocephalie. Prof. Dr. F. Schultze in Bonn.		
Hirnerschütterung, Hirndruck und chirurgische Eingriffe bei Hirnerkrankungen. Prof. Dr. Th. Kocher in Bern.		

*) Die erschienenen Bände, beziehungsweise Abtheilungen sind durch die beigesetzten Preise erkennbar.

Fortsetzung auf der dritten Umschlagseite

DER MECHANISMUS

DER

SKOLIOTISCHEN WIRBELSÄULE.

VON

PROF. DR. EDUARD ALBERT

K. K. HOFRATH UND VORSTAND DER CHIRURGISCHEN KLINIK IN WIEN.

MIT 34 ABBILDUNGEN.



WIEN 1899.

ALFRED HÖLDER

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER

I. ROTHENTHURMSTRASSE 15.

CH. REISSER & M. WERTHNER, WIEN.

HERRN

PROFESSOR Dr. KARL MAYDL

VORSTAND DER CHIRURGISCHEN KLINIK IN PRAG

SEINEM SCHÜLER UND FREUNDE

ZUM ANDENKEN.

VORWORT.

Seit dem Jahre 1890 habe ich mich gelegenheitlich mit dem Thema der Skoliose beschäftigt und einzelne Punkte in zerstreuten Abhandlungen erörtert. Von amtlichen Pflichten und einer anstrengenden ärztlichen Praxis überbürdet, kam ich nicht dazu, den Stoff in seiner Gänze zu bearbeiten. Erst als mich eine mehrjährige Kränklichkeit gezwungen hatte, meine Thätigkeit einzuschränken und als ich dadurch wieder Ruhe gewonnen, griff ich das schwierige Thema wieder auf. Soweit sich aus osteologischen Anhaltspunkten Einblick in den Mechanismus der Skoliose gewinnen liess, habe ich die Arbeit bis zu einer vorläufig befriedigenden Abrundung bringen können und theile hier die Resultate mit. Die Mittheilung enthält daher Vieles, was ich schon in den früheren fragmentarischen Publicationen ausgeführt habe: dann enthält sie einzelne Abänderungen früherer Auffassungen; endlich werden auch neue Thatsachen und Gedanken mitgetheilt. Im Ganzen und Grossen kann ich sagen, dass meine Arbeit nur die detaillirte und unumstössliche Nachweisung der Rotationstheorie ist, einer Theorie, die Rokitansky in kurzen Worten angedeutet, H. v. Meyer aber aus Gründen der Mechanik der Wirbelsäule näher entwickelt hatte. Zu der v. Meyer'schen Theorie fehlte nur der detaillirte Nachweis aus dem pathologischen Objecte. Durch die freundliche Unterstützung der pathologischen Anatomen, der Herren Professoren Weichselbaum und Paltauf und des Herrn Prosectors Dr. Zemann, kam ich in die Lage, zahlreiche Skoliosen genauer untersuchen zu können, und ich erlaube mir, den genannten Herren hier meinen ergebenen Dank zu sagen.

Nach den von Lorenz gefundenen Daten, nach der ausgezeichneten beschreibenden Arbeit von Herth und nach den von mir erhobenen Thatsachen glaube ich, dass das schwierige Thema der Skoliose nun über den kritischen Punkt gebracht ist. Die von Engel, Hueter und Nicoladoni vorgebrachten Ansichten hatten uns auf Abwege gebracht. Die Rotationstheorie ist erwiesen, und es können nun die feineren Untersuchungen über Skoliose auf festem und sicherem Boden unternommen werden.

Wien, 10. Juni 1899.



Prof. E. Albert.



I. Einleitung.

Die skoliotische Wirbelsäule zeigt neben der seitlichen Ausbiegung auch eine eigenthümliche Windung. Denkt man sich die in Fig. 1 abgebildete Skoliose nicht stehend, sondern auf ihre Endpunkte gestützt, und mit ihrer Convexität nach oben strebend, so erhält man von hinten (Fig. 2) den Eindruck, als ob das System der Dornfortsätze einen Bogen bilden würde, um welchen sich das System der Körper herumwinden würde. In Fig. 3 ist dieses Verhalten schematisirt. Das System der Dornfortsätze bildet gleichsam eine ebene, das System der Körper eine räumliche .Curve. Die physiologischen Krümmungen einer solchen Wirbelsäule sind verschwunden; durch die Spitzen der Dornfortsätze kann man annäherungsweise eine frontale Ebene legen; aber auch die Körper liegen so, dass wenn man die Wirbelsäule auf einen Tisch legt, fast alle Körper aufliegen.

Wenn man Fig. 2 ins Auge fasst, so muss man sich sagen, dass das System der Körper eine beträchtlich grössere Gesammtlänge besitzen muss, als das System der Dornfortsätze. Schon im physiologischen Zustande besteht hier ein Unterschied.

Bei einer so hochgradigen Skoliose, wie sie in Fig. 1 repräsentirt ist, ist der Unterschied dem Augenscheine nach ein beträchtlicherer. Misst man die betreffenden Längen, so ergeben sich bedeutende Zahlen.

Ich habe die Messungen an einzelnen Präparaten des pathologisch-anatomischen Museums vorgenommen, an denen die Wirbelsäule mit den Bändern getrocknet wurde, bei zwei Präparaten war auch der Thorax erhalten. Ich legte das Band entlang der Körperreihe, knapp vor dem Abgang der Bogenwurzeln, zuerst an der convexen, dann an der concaven Seite an, dann über die Spitzen der Dornfortsätze; den Halstheil nahm ich in die Messungen nicht auf.

1. Skoliose des ganzen Dorsalsegmentes nach links; über die Körper gemessen ergab sich in der Convexität eine Länge von 45 *cm*, in der Concavität 40 *cm* und über die Dornfortsätze 30 *cm*.

2. Skoliose in der Lende links, in dem Brustabschnitte rechts. In demselben Sinne genommen wie oben ergaben sich die Zahlen: 40, 35, 31.

3. Skoliose in der Lende links, in dem oberen Brustabschnitte auch rechts. In demselben Sinne die Zahlen: 47, 42, 32.

4. Eine kolossale lumbo-dorsale Krümmung nach links. In demselben Sinne die Zahlen: 47, 38, 34.

Fig. 1.

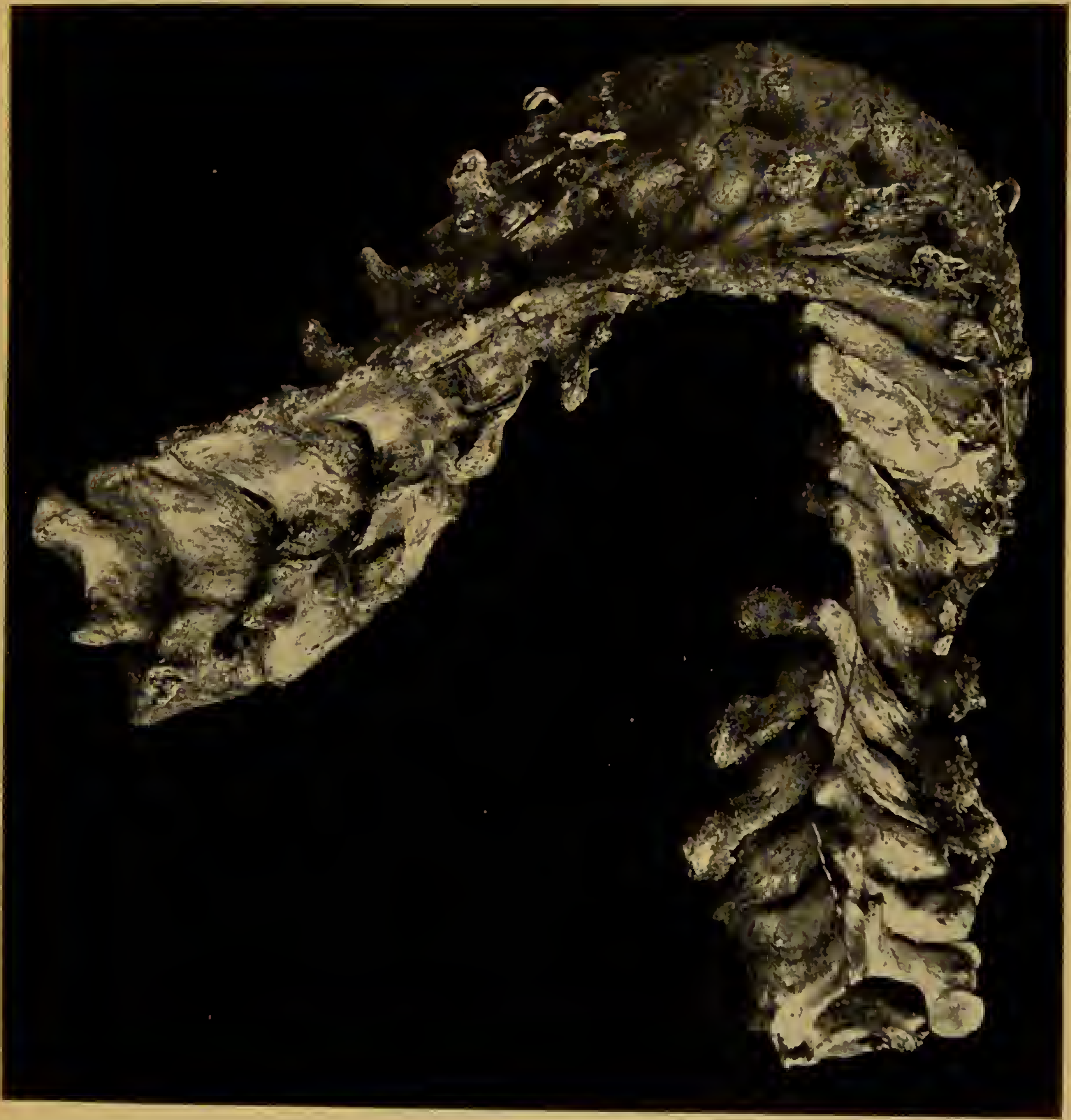


Es bestehen also zwischen der Länge der Körperreihe und der Bogenreihe ganz kolossale Unterschiede. Die Skoliose erscheint durch die Verkürzung des Systems der Bögen geradezu charakterisirt.

Strenge genommen, soll die Messung so durchgeführt werden, dass man über die Dornfortsätze einerseits, über die vordersten Punkte, also über die Mittellinie der Wirbelkörper andererseits misst. Auch diese Messungen wurden vorgenommen; doch können sie erst später angeführt

werden, wenn klargestellt sein wird, wie sich die Dornfortsätze und die Mitten der Wirbelkörper an und für sich verhalten, da ein abnormes Verhalten dieser Momente die Messung beeinflussen muss.

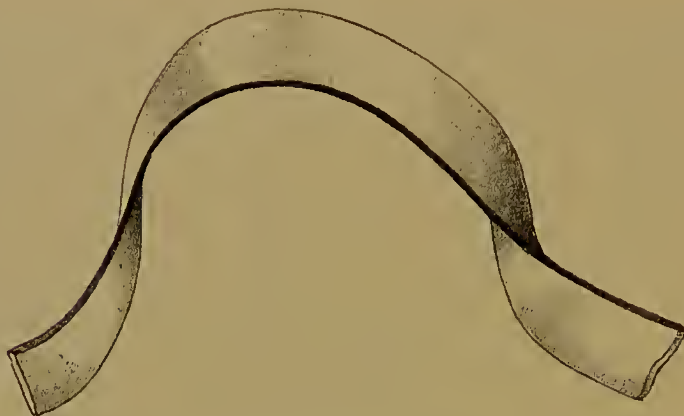
Fig. 2.



Hiezu kommt allerdings noch ein Umstand, der meines Wissens bisher nicht genügend hervorgehoben wurde. Es ist geradezu verblüffend, welches Höhenwachsthum die Wirbel, insbesondere die Lendenwirbel, an skoliotischen Wirbelsäulen aufweisen können. Häufig sieht man, wie sie einen Höhendurchmesser besitzen, der

den Querdurchmesser übertrifft. Aber auch an dem Brustsegmente sieht man, dass jenes gesetzmässige Verhalten, das zwischen den Höhen- und den Flächendurchmessern besteht, verwischt ist, und zwar zu Gunsten des Höhendurchmessers des skoliotischen Wirbels (von der Concavseite eines keilförmigen Wirbels natürlich abgesehen).

Fig. 3.



Betrachtet man Skoliosen auch geringeren Grades, wo dieses Missverhältniss in den Dimensionen der Wirbelkörper nicht auffällig ist, so zeigt sich immer, dass die Wirbelkörper eine stärkere Ausbiegung des betreffenden Segmentes bilden als die Dornfortsätze. Und wenn man bei multipler Skoliose zwei aufeinanderfolgende, also entgegengesetzte Krümmungen ins Auge fasst, so hat man sofort den Eindruck, dass die Körper der einen Krümmung, z. B. nach links, die der anderen nach rechts hinausquellen, während die Reihe der Dornfortsätze gleichsam die Axe bildet, um welche herum die Körper sich zu winden anschicken.

Das ist der Haupteindruck, den eine skoliotische Wirbelsäule erzeugt.

II. Die Windung der skoliotischen Wirbelsäule.

Rokitansky*) bemerkt: „Mit jeder beträchtlicheren Seitenkrümmung hat immer eine Drehung der Wirbel um ihre Axe, Rotatio spinae (Torsion) statt. Die Wirbel sind immer nach jener Seite um ihre Axe gewälzt, nach der die Krümmung stattfindet, d. i. die Wirbelkörper sehen nach der Convexität, die Dornfortsätze nach der Concavität der Krümmung hin; die stärkste Axendrehung hat jener Wirbel erlitten, der den höchsten Punkt der seitlichen Abweichung bildet, und demgemäss wird der Dornfortsatz dieses Wirbels den tiefsten Punkt in der Reihe der abgewichenen Dornfortsätze einnehmen. In dieser Axendrehung ist denn auch die endliche aus Skoliose hervorgehende Abweichung der Wirbelsäule nach hinten zu einem bogenförmigen Höcker begründet — eine

*) Rokitansky, Lehrb. der path. Anat., 3. Aufl., II. Bd., pag. 164.

combinirte Abweichung, welche, sofern die Skoliose die primitive Abweichung ist, Skoliosis kyphotica zu nennen ist." In der That gibt es so hochgradige Skoliosen, dass die Wirbelkörper nach hinten sehen, und an solchen Fällen sieht man in imposanter Weise, wie der Wirbelkörper, dem Dornfortsatz gegenüber, das Mobilere ist.

Ich habe schon vor Jahren darauf hingewiesen, dass die bei Rokitansky und in der Folge auch von Anderen beobachtete Gleichsetzung der Ausdrücke Rotation und Torsion aufzugeben wäre. Und zwar aus folgendem Grunde. Betrachtet man die Wirbelsäule als Ganzes, so kann man ihre in Fig. 2 abgebildete gewundene Gestalt allerdings als Rotatio spinae oder Torsio spinae bezeichnen. Man kann ja auch von einem gewundenen Stabe sagen, er sei gedreht oder er sei torquirt. Da aber die Wirbelsäule ein aus 24 Elementen zusammengesetzter Stab ist, so entsteht erst die Frage, ob die Gesammtwindung des ganzen Systems dadurch entsteht, dass die einzelnen Elemente desselben ihre Stellung gegeneinander verändern, oder ob sie einzeln in ihrem Gefüge eine Torsion erfahren, die sich summirt und so die Gesammtwindung erzeugt, oder ob beides stattfindet. Im ersteren Falle wäre nur eine Bewegung, im anderen ein Umbau der Elemente, im dritten wäre beides im Spiele. In dieser Auseinanderhaltung liegt eigentlich die ganze Geschichte der Theorie der Skoliose.

Und in dieser Geschichte bildet die schönste Episode eine Arbeit von dem einstigen Züricher Anatomen H. Meyer, der die Rotationstheorie, für welche Rokitansky die ersten Andeutungen geliefert hatte, wahrhaft geistvoll entwickelte. Vielfach wird auf diese Theorie im Laufe der folgenden Auseinandersetzungen noch zurückgegriffen werden.

Rokitansky und H. Meyer nahmen also eine Bewegung der Wirbel gegeneinander an: Lorenz fand keine Spuren derselben vor und suchte in einer bestimmten Torsion der Elemente das die Gesammtwindung bedingende Moment; ich brachte den detaillirten Nachweis, dass Bewegung (Rotation) stattfinde. Die Gesammtwindung könnte also das Resultat von Rotation und Torsion der einzelnen Wirbel sein.

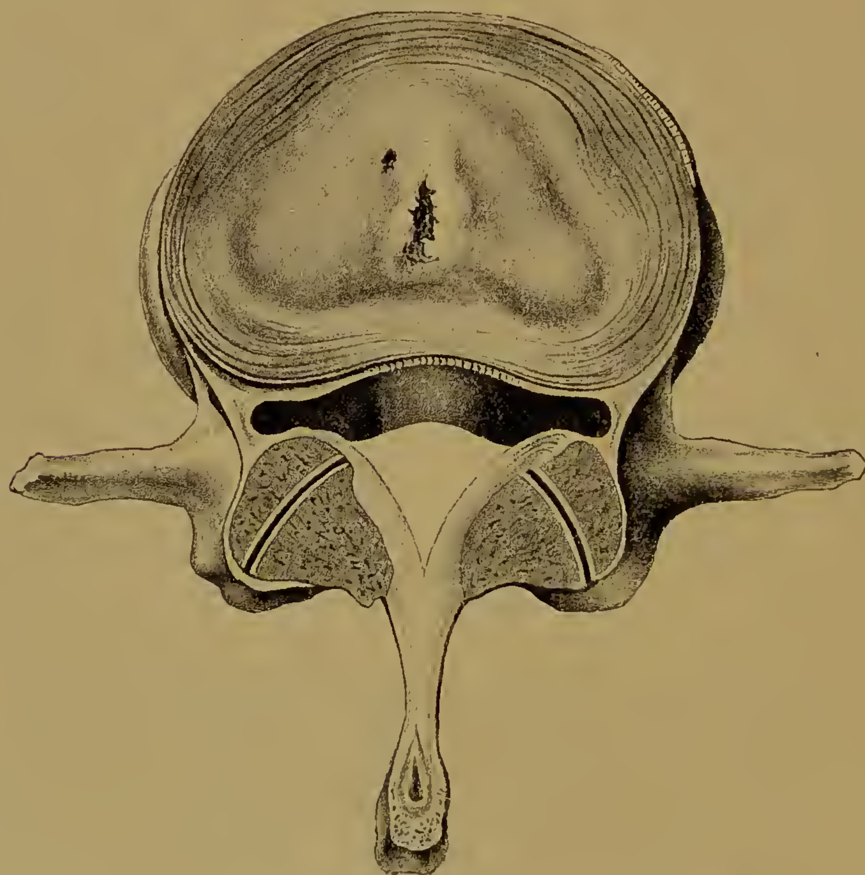
Dies soll nun im Nachfolgenden auseinandergesetzt werden.

A. Die Rotation.

Fig. 4, entnommen der „Physiologischen Anatomie des Menschen" von Prof. Dalla Rosa in Wien, stellt einen horizontalen Durchschnitt des Lendenwirbels vor. Man sieht, wie die Gelenke der auf- und absteigenden Fortsätze auf Rotation eingerichtet sind. Der absteigende Fort-

satz des oberen Wirbels, als Gelenkskopf, richtet seine Convexität nach lateral- und dorsalwärts, während der aufsteigende Fortsatz des nächst unteren Wirbels die congruente Concavität, als Pfanne, medial- und ventralwärts entgegenhält. Der Winkel, der dem Bogen der Berührungsfläche entspricht, ist das Maass der möglichen Rotation. Würde die Rotation in beiden Gelenken — die gemeinsame Verticalaxe liegt in der Sagittalebene, und man kann aus dem Anblicke der Figur ihre Lage beiläufig bestimmen — symmetrisch übertrieben, so würde sich mit der

Fig. 4.



Zeit eine Erweiterung der Gelenkflächen einstellen, der den Bogen messende Winkel würde vergrössert. Nun gibt es aber Möglichkeiten, wo die Bewegung asymmetrisch geschieht. Man braucht sich nur eine seitliche Neigung des Lendensegmentes zu denken. Stellt man sich vor, eine solche sei nach links erfolgt (Skoliose nach rechts), so werden die Bandscheiben keilförmig, der Nucleus pulposus rückt nach rechts hinaus, die linksseitigen Gelenke stehen unter einer stärkeren Pressung, die rechtsseitigen werden freier. Die Drehbewegungen können nun so stattfinden, dass das linke Gelenk gleichsam den fixeren Punkt vorstellt, und das

rechte sich um eine Axe dreht, die durch das linke vertical gehend gedacht werden kann. Findet das immer wieder, dauernd und anhaltend statt, so wird sich das rechte Gelenk auch im Sinne der Rotation erweitern, nachdem es sich durch die Neigung des Systems auch in verticaler Richtung erweitert hat. Diese theoretische Vorstellung passt für gewisse Fälle, und man könnte sich darauf berufen, dass die Ankylosen in der Concavität eintreten, dass demnach die asymmetrische Bewegung der beiderseitigen Gelenke aus dieser Thatsache ohneweiters zu folgern

Fig. 5.

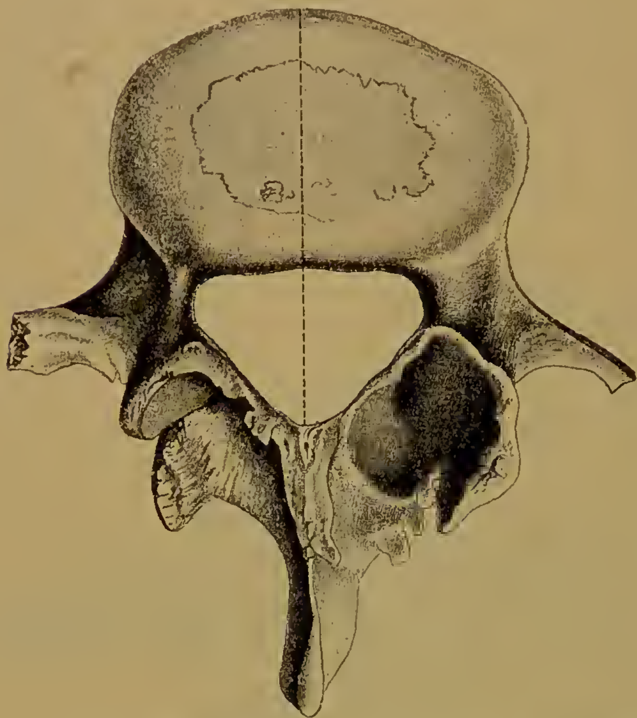


sei. Aber die Betrachtung der Fälle, wo solche Ankylosen auftreten, zeigt, dass diese letzteren gerade dort stattfinden, wo der Bewegungsumfang vergrössert war. Man muss sich daher vorstellen, dass auf dieser Seite anfänglich eine grössere Bewegung erzwungen worden war, und dass die Ankylose später aus eigenen Gründen hinzutrat. Das ist nun Alles für die gegenwärtige Betrachtung nicht von Belang. Wichtig ist nur die Voraussetzung, dass die Bewegungen in ungleicher, in asymmetrischer Weise erfolgen können.

Nun sehe man die Fig. 5, 6 und 7 an, und man sieht in ihnen die soeben gemachten Voraussetzungen verwirklicht. In Fig. 5 (horizontaler

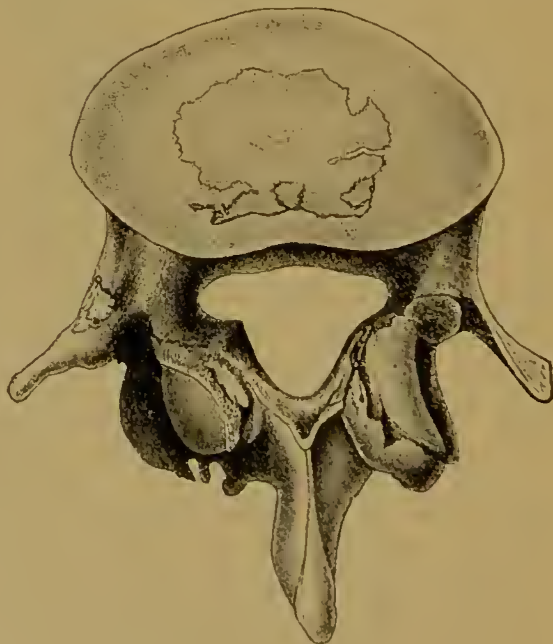
Durchschnitt eines skoliotischen Lendenwirbels) sieht man die Pfanne mässig, in Fig. 6 ganz mächtig erweitert, und zwar die letztere im verticalen wie im sagittalen Durchmesser. Dem entsprechend sieht man in Fig. 7 den Gelenkskopf verändert, er ist mächtiger und sein Knorpelüberzug ist nach allen Richtungen fortgeführt. Es macht den Eindruck, als ob der zapfenförmige Gelenkskopf sich eine weite Pfanne ausgebohrt und sich selbst dabei entsprechend weithin abgeschliffen hätte. Selbstverständlich ist aber ein Zubau zu der alten Pfanne, sowie auch ein Auswachsen des Kopfes im Spiele gewesen.

Fig. 6.



Nun sehe man Fig. 8 an. Der skoliotische Dorsalwirbel lässt eine analoge Asymmetrie seiner Gelenkflächen erkennen. Die rechtsseitige Gelenkfläche ist weit grösser als die linke. Die Gelenkflächen der Dorsalwirbel stehen diagonal zwischen der frontalen und der sagittalen Ebene und sind ganz leicht gekrümmt. Man nimmt von ihnen an, dass sie auf die Mantelfläche eines Cylinders aufgetragen werden könnten, dessen Axe durch die Centra der Nuclei pulposi gehen würde.*) Die Bewegungen dieser Gelenke sind ihrer Lage wegen zur Ausführung einer gewissen Rotation um die gemeinsame Axe geeignet.

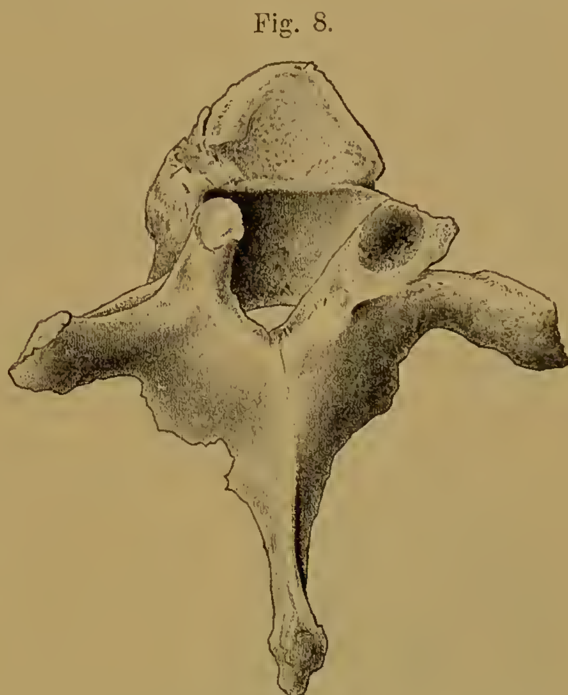
Fig. 7.



*) Näheres siehe: E. Albert, Zur Theorie der Skoliose, Wien, Hölder, 1890.

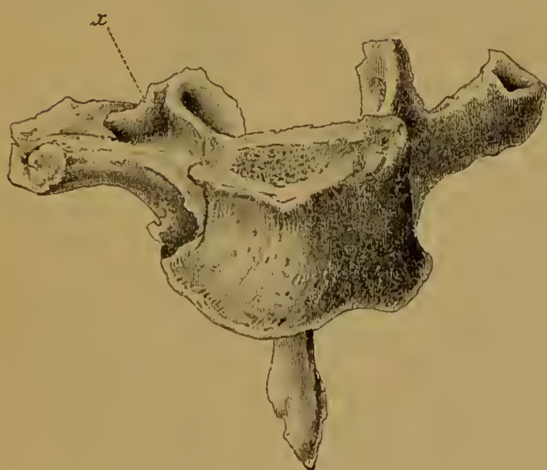
Denkt man sich wieder das Dorsalsegment nach links geneigt (rechtsseitig skoliotisch), so kann die Bewegung links gehemmt werden, während rechterseits übermässige Rotation erzwungen werden kann. Es wird auch hier mit der Zeit eine Erweiterung der Gelenkfläche durch Anbau erfolgen. Das zeigt die Abbildung auch ganz deutlich; aber nicht nur das, sondern etwas noch weiter Bemerkenswerthes. Man erblickt innerhalb der durch Zubau erweiterten Gelenkfläche noch eine Façette, die genau die Grösse und den Umriss der ursprünglichen Gelenkfläche besitzt, so dass man die alte Gelenkfläche und ihre Erweiterung, ihren Zubau vor sich sieht. In Fig. 9 sieht man bei x diesen Zubau von vorne, wie ein Miniatur-Schwalbennest angefügt.

Fig. 8.



Es kann also schon aus der Analyse der Gelenkflächen der Beweis geführt werden, dass bei der Skoliose eine übernormale Rotation stattfinde, dass diese Rotation asymmetrisch vor sich gehe, und zwar dass sie eine Erweiterung der Gelenkflächen auf Seiten der Convexität herbeiführt, während in der Concavität das Gelenk selbst sich verkleinert (oder auch zu Grunde geht).

Fig. 9.



In der Umwandlung der Rotationsbewegungen aus symmetrischen (bilateralen) zu asymmetrischen (mehr unilateralen) liegt also ein wichtiges Charakteristicon der Skoliose.

Man kann aber die Rotation der Wirbel noch Anderes demonstriren. Es ist mir dies auf folgende Weise gelungen.

Ein stark skoliotisches Segment, bestehend aus vier Dorsalwirbeln, die voneinander getrennt wurden, wurde in genau coaptirter Stellung mit den Dornfortsätzen in Modellirthon gesteckt. Nun wurde der erste Wirbel abgezeichnet und vorsichtig weggenommen. Dann wurde mit dem zweiten, dritten, vierten ebenso verfahren. Die Zeichnung wurde aber erst dann vorgenommen, nachdem der Umriss des Wirbels in der Camera obscura auf die Glasplatte eingetragen worden war, so dass die relative Lage der Wirbel gegeneinander streng beachtet blieb, respective ihre obere Flächenansicht bei gleichen, rechtwinkligen Coordinaten gezeichnet wurde. Die Zeichnung enthält also nicht nur die Gestalt der Wirbel, sondern genau ihre relative Lage in dem skoliotischen Systeme. Die Breitseite und die

Fig. 10.

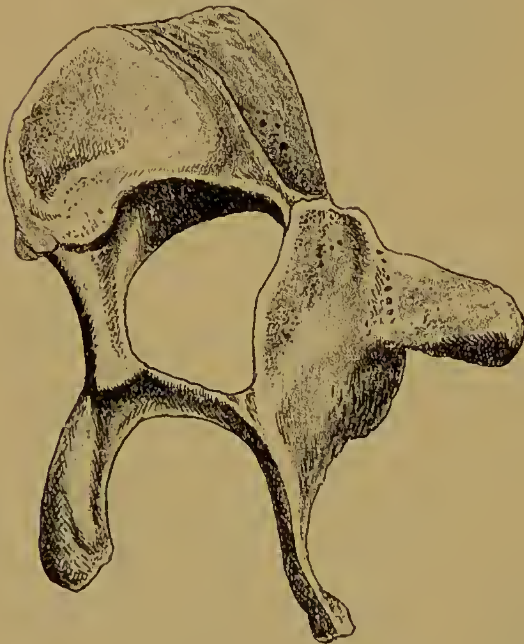


Fig. 11.



Längenseite des Blattes, auf welchen die Figuren (Fig. 10, 11, 12, 13) hier abgebildet sind, repräsentiren die für alle vier Figuren gleichen Coordinaten (vergl. auch Fig. 26, wo in ganz gleicher Weise fünf aufeinanderfolgende Wirbel abgebildet sind).

Man erstaunt förmlich, wenn man sieht, wie stark der eine Wirbel gegen den anderen gedreht erscheint, und es liesse sich die Grösse dieser Drehung auch sofort messen und in Winkeln ausdrücken.

Mir selbst ist es schwer begreiflich, wie ein so erfahrener pathologischer Anatom, wie es Engel war, die Rotation verkennen konnte. Auf Präparaten hochgradiger Skoliosen sieht man dieselbe in einem mitunter gewaltigen Maasse. Im Wiener pathologisch-anatomischen Museum

ist ein Skelet vorhanden, wo die Drehung so hochgradig ist, dass die Wirbelplatten im Scheitel der Krümmung geradezu in der sagittalen Ebene eingestellt sind und geradeaus vor ihnen stehen die Wirbelkörper. Visirt man eine Skoliose von oben, so kann man über die bedeutende Kreuzung der Wirbel nicht einen Augenblick im Zweifel sein. Die Axe des Scheitelwirbels der einen Krümmung bildet mit jener des Scheitelwirbels der entgegengesetzten Krümmung solche Winkel, dass irgend eine Täuschung geradezu unmöglich ist. Engel war aber befangen von dem seitlichen Anblicke der Skoliose.

B. Die Torsion.

Rokitansky beurtheilte nur die Gesammtwindung der skoliotischen Wirbelsäule und nahm nur eine Drehung der Wirbel an. Für ihn hatte das Detail damals selbstverständlich noch keine Bedeutung.

Fig. 12.



Fig. 13.



Von seinen Nachfolgern auf diesem kleinen Beobachtungsgebiete, Engel und Nicoladoni, wurde aber die Rotation ganz verkannt; sie wurde als Täuschung hingestellt.

Als Lorenz, unter dem Eindrucke der verfehlten Nicoladoni'schen Anschauungen, an die Bearbeitung der Anatomie der Skoliose herantrat, verkannte auch er die Drehung der Wirbel gegeneinander. Aber er sah die Gesammtwindung der skoliotischen Wirbelsäule. Er erkannte in ihr eine reale, grosse Erscheinung. Nur leitete er sie einseitig ab.

Das Studium der einzelnen Wirbel liess ihn nämlich eine Formveränderung erkennen, die den Beobachtern bisher entgangen war.

Betrachtet man einen normalen Dorsalwirbel (Fig. 16), so bemerkt man, dass seine Bogenwurzeln nach hinten und lateralwärts gerichtet sind. Sie liegen in einer Richtung, die zwischen der frontalen und sagittalen diagonal verläuft. Würde man die Richtung derselben nach vorne verlängern, so würden sich die Linien in der medialen Ebene vor dem Wirbelkörper schneiden.

Betrachtet man aber einen ausgesprochenen skoliotischen Dorsalwirbel (Fig. 14 oder 15), so sieht man, dass die Bogenwurzeln — abgesehen von ihren dimensionalen Veränderungen — nicht mehr symmetrisch und nicht mehr so diagonal verlaufen, wie die eines normalen Dorsalwirbels. Die Bogenwurzeln weichen nach der Seite der Concavität der Krümmung ab. Ist, wie hier, die Skoliose nach rechts gerichtet,

Fig. 14.

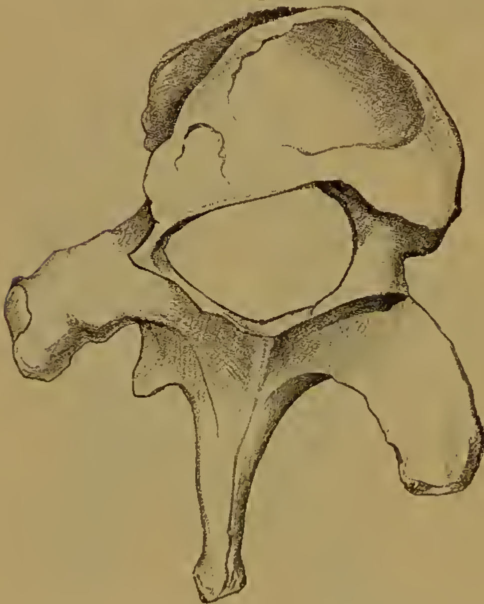


Fig. 15.



die Concavität also nach links, so begibt sich die rechtsseitige Wurzel in eine mehr sagittale, die linksseitige in eine mehr frontale Richtung. Der Wirbelkörper bleibt nach rechts, die Bogenwurzeln weichen nach links ab. Es scheint auf den ersten Anblick, dass sich hiedurch begreiflich machen lässt, warum die Körper nach der Seite der Convexität herausschauen. Denn es summirt sich das Verhalten der einzelnen Wirbel und sollte in der Gesammtwindung des Segmentes zur Erscheinung kommen. Alle Wirbelkörper sehen in die Convexität, weil die Bogenwurzeln in die Concavität ablenken.

Diese Erscheinung nannte Lorenz die Torsion und verlegte sie mit grossem Scharfsinne in die Bogenepiphysen, die bekanntlich noch im Bereiche der Wirbelkörper liegen.

Die Windung der skoliotischen Columna wäre die Summe der Torsionen der einzelnen Wirbel.*)

Es entsteht für uns, die wir die Rotation als Thatsache kennen, die Frage, ob die Rotation und die Torsion (streng im Sinne Lorenz' genommen) immer und überall gleichsinnig wirken. Wäre das der Fall, so könnte man sagen, die Rotation sei der Beginn und wo sie sich erschöpfe, sei die Torsion ihre Fortsetzung. Eine solche Annahme ist das nächstliegende, da wir ja bei Deformitäten Aehnliches häufig sehen. Wäre die Sache so einfach, so wäre das Problem der Skoliose im Grossen und Ganzen gelöst. Es wäre die H. Meyer'sche Rotationstheorie nur um einen Schritt weiter ausgebaut worden. Meyer sagte, die Körper müssen vermöge der Mechanik der Wirbelsäule durch Rotation nach der Convexität der Krümmung ausweichen. Man könnte nun hinzufügen: Wo die Rotation nicht ausreicht, muss es zur Torsion kommen.

Aber so einfach ist die Sache nicht. Ich habe schon im Jahre 1890**) auf einen Punkt hingewiesen, der die Lorenz'sche Torsion etwas erschüttert. Lorenz hat sich die Torsion eines einzigen skoliotischen Wirbels so vorgestellt, als ob sich die obere Hälfte des Wirbelkörpers mit dem davon ausgehenden Bogen gegen die untere Hälfte gedreht hätte, und zwar in jenem Sinne, in welchem die Bogenwurzeln abgeknickt sind. Nun findet man, wie Fig. 14 oder 15 (vgl. auch Fig. 25) zeigt, dass die obere Fläche gegen die untere allerdings gedreht erscheint, aber nicht im Sinne der abweichenden Stellung der Bogenwurzeln. Diese weichen, wie die Figur zeigt, nach links, gegen die Concavität ab; die obere Fläche des Wirbelkörpers erscheint aber geradezu entgegengesetzt gedreht. (Das von Lorenz behauptete Verhalten sieht man aber auch nicht selten.)

Schon dieser Umstand zeigt, dass sich die Sache nicht so einfach verhalte und die folgenden Auseinandersetzungen werden erst erweisen, wie complicirt die Frage der Torsion und wie schwer ihr Verhältniss zur Rotation klarzustellen sei.

Betrachten wir einen normalen Brustwirbel (Fig. 16), und stellen wir uns vor, er werde — im Sinne des krummen Pfeiles — nach rechts gedreht. Würde die Bewegung über ihre physiologische Grenze hinaus

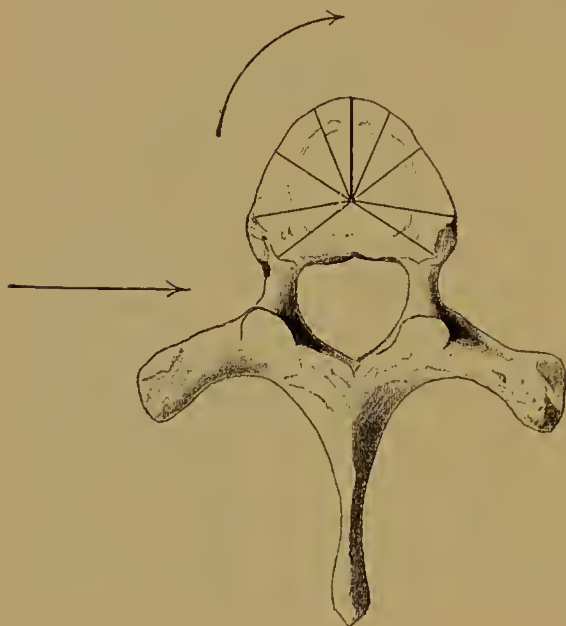
*) Man kann es nicht als eine Bereicherung der Wissenschaft ansehen, dass man gegen Lorenz einwendete, es lasse sich eine „Knickung" der Bogenwurzeln als „Knickung" nicht nachweisen. Lorenz liess keinen Zweifel darüber, dass er nur die veränderte Richtung der Bogenwurzeln unter „Knickung" oder „Torsion" verstehe. Diese „Richtung" ist aber ein Fund.

**) Zur Theorie der Skoliose, pag. 16.

ontrirt, zwangsweise fortgesetzt, so müsste eine Abknickung der Bogenwurzeln erfolgen. Aber sie würde so erfolgen, dass die Bogenwurzeln nach rechts abgeknickt erscheinen würden. Sollte also die Torsion die zweite Etappe der Veränderung sein, sollte sie also dort beginnen, wo die Bewegung ihre Grenze hat, so müssten an der skoliotischen Wirbelsäule die Bogenwurzeln gegen die Convexitätsseite ablenken; sie lenken aber unbedingt gegen die concave Seite ab. Jene Vorstellung von der Torsion muss man also gänzlich fallen lassen.

Aber schon an dieser Stelle muss dasjenige hervorgehoben werden, was Lorenz — trotz des oben erwähnten Uebersehens — auf eine ganz andere Spur hinleitete. Er macht folgende interessante Bemerkung: „Denken wir uns, dass der Wirbelkörper durch die von oben her wirkende Belastung aus der Mittellinie herausgedrängt wird, so muss der ganze mit dem Wirbelkörper durch die Bogenwurzeln verbundene Ring dieser Locomotion zwar folgen; da aber die deviirende Belastung vornehmlich auf den Wirbelkörper wirkt und dieser den genannten Knochenring gewissermaassen hinter sich schleppt, so kommt es allmälig an den die Verbindung zwischen Wirbelkörper und jenem Knochenringe vermittelnden Bogenwurzeln zu einer Abknickung nach der Mittellinie, respective nach der concaven Seite. Diese Abknickung erfolgt an dem Punctum minoris resistentiae dieses Bindegliedes, i. e. an der localen Epiphysenfuge der Bogenwurzeln."

Fig. 16.



Also fasst Lorenz die Abknickung der Bogenwurzeln als eine Deviationserscheinung auf. Er stellt sich vor, der Körper werde gewissermaassen durch einen Horizontalschub aus der Mittellinie hinausgedrängt, und da der Bogen ihm nicht in demselben Maasse folgen kann, so werde er in seiner Wurzel gegen die Concavität abgeknickt. Das kann man sich ganz gut vorstellen, und wir werden auf diesen Punkt zurückkommen. Aber Eines sei hier hervorgehoben. Auf diese Weise hätte

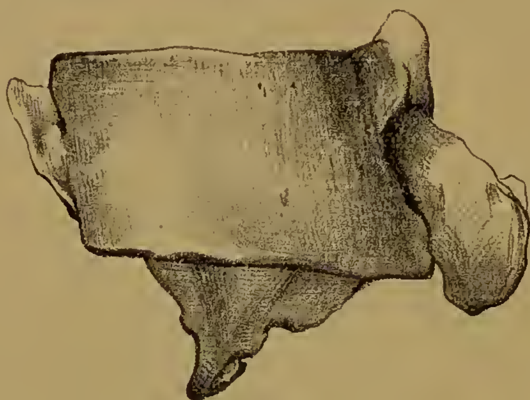
Lorenz zwar die Abknickung der Bogenwurzeln begreiflich gemacht: aber die Gesammtwindung der Wirbelsäule ist dabei in das Wasser gefallen. Unter seiner Annahme liesse sich nämlich ganz gut denken, dass in einem skoliotischen Segmente die Wirbelkörper aus der Mittellinie ausgewichen sind und einen z. B. nach rechts convexen Bogen darstellen, dass auch in Folge der geringeren Mobilität des Bogensystems die Bogenwurzeln nach der Concavität hin, also nach links abgeknickt worden sind — aber es wäre dabei möglich, dass die sagittalen Axen der Wirbelkörper dabei parallel bleiben und annäherungsweise auf der Mantelfläche eines sagittal liegenden Cylinders liegen, dessen Axe durch den Mittelpunkt des skoliotischen Segmentes geht. Mit kurzen Worten gesagt, es lässt sich unter Lorenz' Voraussetzung eine Wirbelsäule denken, die nur seitlich ausgebogen ist, ohne die Windung des Systems zu zeigen und gleichwohl könnte die Ablenkung der Bogenwurzeln bestehen; nur wären die Wirbel nicht gedreht. Die Wirklichkeit zeigt aber etwas Anderes. Die Wirklichkeit zeigt, dass die Wirbelkörper mit ihren vordersten Punkten in die Convexität hinausblicken; ihre sagittalen Axen liegen nicht parallel, sondern kreuzen sich. Wir wissen auch warum. Die Wirbel machen ganz bedeutende Drehbewegungen. Diese Drehbewegungen erklären uns die Gesammtwindung des Systems. Die Drehbewegung entging Lorenz vollständig. Hätte er das überlegt, was ich ihm soeben entgegengestellt habe, so hätte er sofort erkennen müssen, dass seine Erklärung nicht ausreicht; die Ablenkung der Bogenwurzeln erklärt die Windung des Systems nicht, und er wäre wahrscheinlich auf die Spur gekommen, dass die von ihm entschieden geleugnete Rotation bestehen müsse. Die Lorenz'sche Bogenablenkung hat also ja nicht die Bedeutung, die ihr der Autor gab.

III. Das Studium des skoliotischen Einzelwirbels.

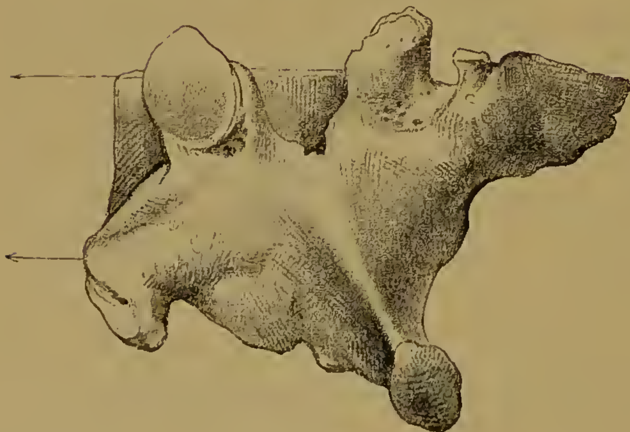
Jeder skoliotische Wirbel zeigt eine Reihe von Abnormitäten, deren Studium gewisse Schwierigkeiten bietet. Eine Zeitlang stand im Vordergrund die Hauptwahrnehmung, der skoliotische Wirbel sei auf Seiten der Concavität niedriger als auf Seiten der Convexität; er sei keilförmig. Das ist für gewisse Wirbel ganz richtig und bildet ein wesentliches Merkmal. Kocher erweiterte aber unsere Anschauungen, indem er darauf hinwies, nicht alle Wirbel der skoliotischen Wirbelsäule seien keilförmig, sondern nur gewisse, und zwar diejenigen, welche im Scheitel der Krümmung liegen. Zwischen den einzelnen Segmenten einer mehrfachen Krümmung

gibt es aber Wirbel, die auf Seite der Concavität ebenso hoch sind, wie auf Seite der Convexität. Diese Wirbel zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine schräge Gestalt haben, und man nennt sie nach Kocher Schrägwirbel (Fig. 9, 17, siehe auch den untersten und die drei obersten Wirbel in Fig. 19). Die zwischen dem Scheitel und dem Uebergange der Krümmung gelegenen Wirbel nennt Kocher Zwischenwirbel; sie machen den Eindruck, als ob sie den Uebergang vom Keilwirbel zum Schrägwirbel nicht nur ihrer Lage, sondern auch mit ihrer Gestalt vermitteln würden.

Fig. 17.



a von vorne.



b von hinten.

Es ist begreiflich, dass das Studium der Skoliose hauptsächlich auf die Keilwirbel gerichtet war, diese zeigen die gröbste Missgestaltung, sie liegen ja im Scheitel der Krümmung und müssen daher die Spuren der pathologischen Wirkungen am deutlichsten aufweisen. (Siehe die mittleren Wirbel in den Fig. 1, 18 und 19.)

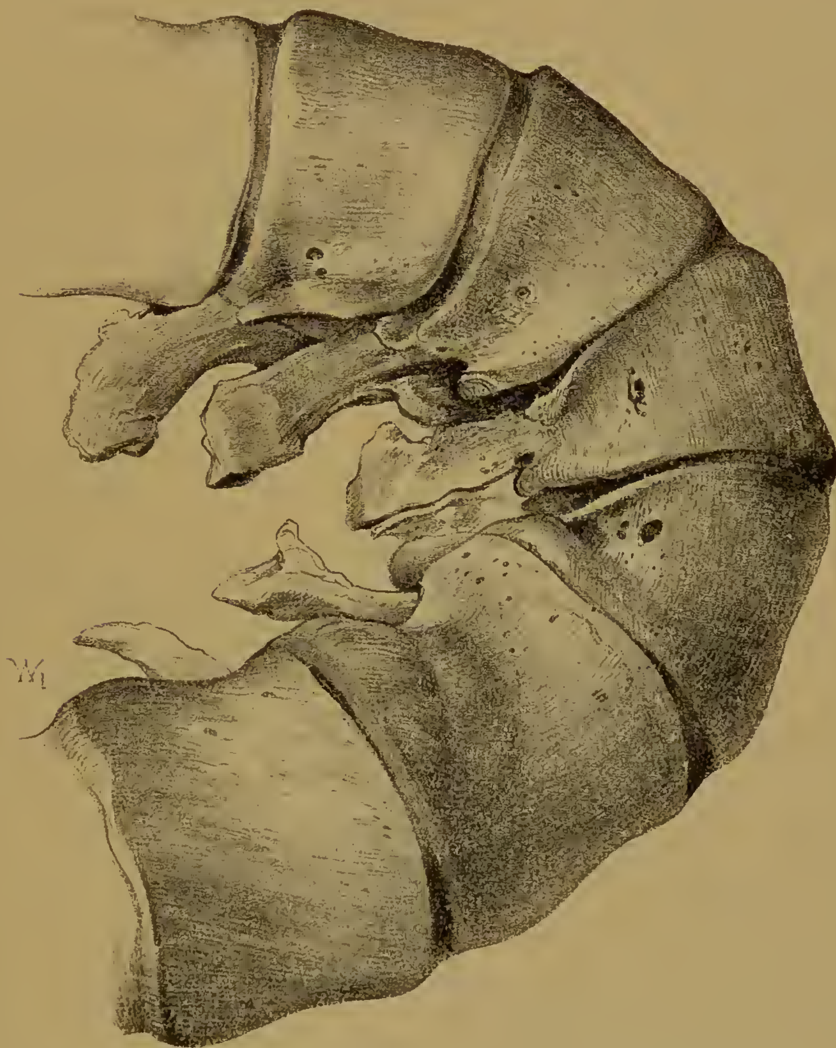
Ihren wesentlichen Charakter deutet schon ihr Name an; sie sind auf Seite der Concavität niedriger. Man hatte aber bei der Betrachtung vor Allem den Körper des Wirbels im Auge. Lorenz erweiterte die Betrachtung in einzelnen Details noch dahin, dass auch die anderen Bestandtheile des Wirbels, der Bogen und die Fortsätze auf dieser Seite niedriger, kleiner sind und fasste diese Erscheinungen als Inclinationssymptome dahin zusammen, dass der Wirbel auf Seite der Concavität die Folgen der seitlichen Neigung des Systems, die durch Druck erzeugte Verkleinerung aufweise.

Diese Erscheinungen zeigen sich auf der frontalen Projection des Wirbels. Denkt man sich den Wirbel in eine Reihe von frontalen Schnitten zerlegt, welche hintereinander durch den Körper und den Bogen geführt werden, so muss sich auf jedem solchen Schnitt die

laterale Asymmetrie zeigen. Die concavseitigen Gebilde sind alle niedriger als die convexseitigen.

Eine zweite Reihe von Erscheinungen hatte Lorenz in seiner Torsion gefunden. Die Veränderungen zeigen sich auf der horizontalen Projection, wie oben auseinandergesetzt wurde.

Fig. 18.



Dort wurde auch gezeigt, dass der Lorenz'sche Erklärungsversuch unzureichend war, dass die Ablenkung der Bogenwurzeln die Windung des Systems nicht erklären könne, und ob sie — wie Lorenz selbst an einer anderen Stelle bemerkte — nur eine Deviationserscheinung sein dürfte, eine Folge der Ausweichung aus der Mittellinie, das wird später erwogen werden. Aber immerhin ist die Ablenkung der Bogenwurzeln ein fundamentales Symptom.

Ich habe anno 1890 gezeigt, dass auch noch in der dritten Projection eine Asymmetrie zu sehen ist, nämlich in der sagittalen. Sieht man das skoliotische Segment auch noch in dieser Projection an, so bemerkt man, dass die Keilwirbel auch noch hinten niedriger sind, denn vorne. Ich nannte diese Erscheinung die Reclination und setzte auseinander,*) dass sich auch an den übrigen Bestandtheilen des Wirbels, am Bogen, an den Fortsätzen Veränderungen nachweisen lassen, welche — auf der sagittalen Projection ersichtlich — mit der Reclination des Wirbelkörpers übereinstimmen. Vor Allem gehören hieher die Erscheinungen am Bogen der convexseitigen Hälfte. Wenn der Körper bei einer rechtsseitigen Dorsalskoliose links niedriger (Inclination) und zugleich auf dieser linken Seite hinten niedriger ist (Reclination), so sieht man gleichzeitig, dass die anderseitige, also rechte Bogenhälfte steiler steht. Zweitens die steilere Aufrichtung der convexseitigen Gelenkfläche. Man sieht diese manchmal nicht nur senkrecht stehen, sondern über die senkrechte Lage zurückgeneigt, also reclinirt.

Man hatte also an einem skoliotischen Wirbel — und da war immer der Keilwirbel gemeint — drei Reihen von Erscheinungen vor sich, die sich auf den drei aufeinander senkrechten Projectionen als Inclination, Reclination und Torsion bezeichnen liessen.

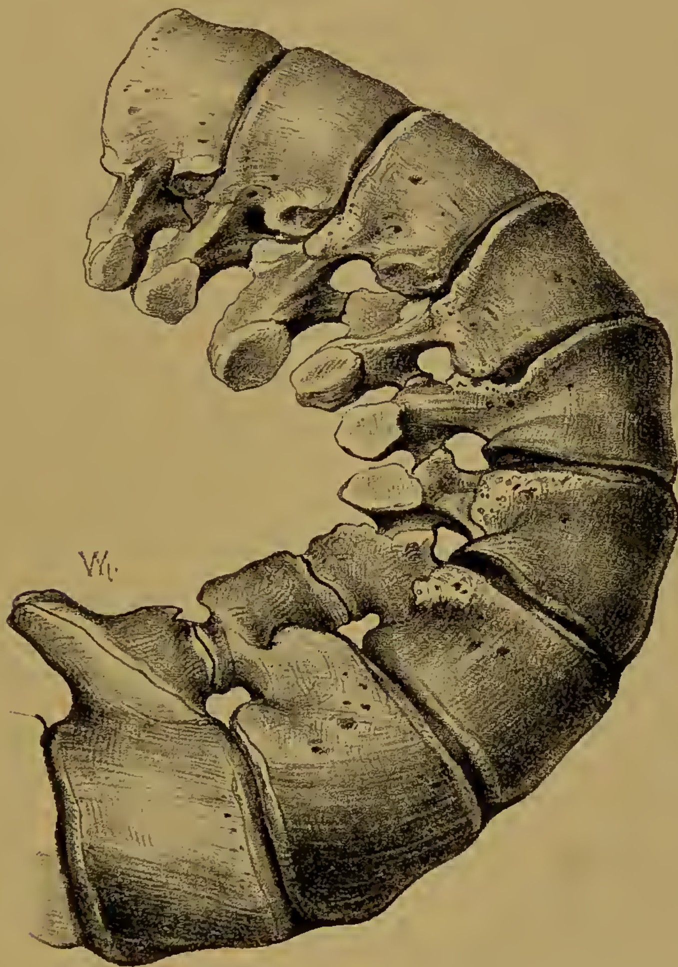
Wenn nun die Inclinationserscheinungen der Neigung des Segmentes, die Lorenz'schen Torsionserscheinungen seiner Windung entsprechen sollten, was haben dann meine Reclinationserscheinungen zu bedeuten?

Man denke sich eine normale, kindliche, also recht biegsame Wirbelsäule, und man solle an ihr eine Skoliose experimentell erzeugen, und zwar eine rechtsseitige Dorsalskoliose. Es wird nicht schwer fallen, das Dorsalsegment nach rechts auszubiegen (Inclination); aber es sollen ja auch noch die Wirbelkörper nach rechts sehen, damit das Segment die Windung zeige. Man vergesse nicht, dass das Dorsalsegment physiologisch eine Kyphose bietet. Um die Körper nach rechts zu bringen, wird man dieses Segment zunächst seiner Kyphose zu berauben trachten, es also gerade strecken und dann nach vorne durchbiegen und nach rechts torquiren. Das ist der Gedankengang, den man sich vor dem Versuche machen wird. Ich glaube daher, dass die Reclination die Bedeutung hat, dass sie das Verschwinden der physiologischen Kyphose erklärt. In der That geht den dorsalen Skoliosen eine Verflachung des Rückens zwischen den Schulterblättern, eine anscheinende Reclination voraus.

*) E. Albert, Zur Theorie der Skoliose, pag. 22.

Wenn also das Studium eines skoliotischen Einzelwirbels derart vorgenommen wird, dass man die Veränderungen nach den drei aufeinander senkrechten Projectionen des Wirbels zerlegt, so erhält man hiebei schon vielfache Anhaltspunkte, um immer an den Bau der gesammten skoliotischen Wirbelsäule, an ihre hauptsächlichen Totalerscheinungen zu denken.

Fig. 19.



Nur ein Punkt erfordert noch eine eingehendere Erörterung, und dieser Punkt bildete lange eine beträchtliche Schwierigkeit.

Wenn man einen hochgradig verbildeten skoliotischen Wirbel. z. B. einen Keilwirbel aus dem Dorsalsegmente, in seiner Fläche (in seiner horizontalen Projection) betrachtet und die hochgradige Asymmetrie in seinem Bau erwägt; wo ist die Grenzlinie zwischen rechts und links? Bei einem normalen Dorsalwirbel ergibt sich die Theilungslinie sofort. Sie geht — von hinten betrachtet — durch die Mittellinie des Dornfortsatzes, durch die Mitte des Foramen vertebrale sagittal weiter,

trifft daher die dorsale Fläche des Wirbelkörpers zwischen den Emissarien und geht von hier sagittal weiter durch den Wirbelkörper hindurch zu jener stumpfen Kante, wo die rechte und linke Hälfte der Vorderfläche des Wirbelkörpers zusammentreffen. (Siehe Fig. 16.)

Betrachtet man jedoch einen dorsalen Keilwirbel, so weicht der Umriss seines Körpers von jenem eines normalen so sehr ab, dass man einigermaassen die Zweifel begreift, welche einzelne Untersucher hegten, als sie da die Theilungslinie zwischen rechts und links ziehen sollten.

Engel*) gab folgende Anleitung: Am Bogen ist die Mitte dort gegeben, wo die zwei Hälften der Dornfortsätze zusammenkommen, also am tiefsten Punkte der Incisura semilunaris. Am Wirbelkörper selbst ist das Emissarium posterius die Mitte. Eine die beiden Punkte verbindende und nach vorne wie nach rückwärts verlängerte Linie schneidet den Wirbel in zwei ungleich entwickelte Hälften; den Wirbelkörper selbst schneidet diese Gerade in eine breitere concave und eine weniger breite convexe Hälfte.

Fig. 20.



Hüter meinte, man brauche nur die Mittellinie des Dornfortsatzes nach vorne zu verlängern; es zerfalle dadurch der Wirbel in zwei ungleiche Hälften; die eine Hälfte biete das Aussehen des unentwickelten (kindlichen), die andere die des entwickelten Wirbels.

In einer geradezu unbegreiflichen Weise versuchte Nicoladoni**) die Theilung vorzunehmen. Er wollte zunächst an der Vorderfläche des Wirbelkörpers die Mitte bestimmen und argumentirte, das „Mitte vorn“ müsse der Massenmitte der Fascia longitudinalis anterior entsprechen. Da diese an der concaven Seite sich verdickt und eine förmliche Falx bildet, so müsse ihre Massenmitte dem freien Rande der Falx näher liegen. Hier liege auch das „Mitte vorn“ des Wirbelkörpers. Das „Mitte hinten“ bestimmte Nicoladoni in folgender Weise: Da nach seiner eigenthümlichen Vorstellung, die er sich bildete, das hintere Längsband mit den Emissarien gegen die convexe Seite hinauswandere, so sei die Bestimmung des „Mitte hinten“ an einem stark verbildeten Wirbel direct überhaupt nicht möglich, man müsse zum nächsten Interferenzwirbel (!), also zu jenem Wirbel gehen, der zwischen zwei Krümmungen liegt, müsse dort die Distanz von der Mitte des hinteren Längsbandes zur Bogenwurzel mit dem Zirkel aufnehmen und diese Distanz nun auf der hinteren Fläche des zu messenden Wirbels auftragen. Nun verband Nicoladoni sein „Mitte vorn“ und sein „Mitte hinten“ mit einer Geraden und glaubte so den skoliotischen Wirbel richtig getheilt zu haben. Er fand dann, dass der Wirbel aus einer kleineren concavseitigen und einer viel grösseren

*) Engel, Wiener med. Wochenschr., 1868.

**) Nicoladoni: Die Torsion der skoliotischen Wirbelsäule. Wien 1882.

convexseitigen Hälfte bestehe, dass die Emissarien und der Nucleus pulposus in die convexseitige Hälfte des Wirbels hinauswandern und arbeitete eine Theorie der Skoliose aus, die, von den unrichtigsten anatomischen Anschauungen ausgehend, zu den unrichtigsten Aufstellungen führte.

Es ist nicht ohne Interesse zu sehen, dass sowohl Hüter wie auch Nicoladoni, die beide die Torsion der Wirbelsäule leugneten und beide sich auf Engel's Anschauung stützten, nicht einmal merkten, dass sie ihrer Theilungsmethode zufolge das entgegengesetzte Resultat erhalten von jenem, welches Engel erhalten hatte. Engel erhält, vermöge seiner bis auf einen Punkt richtigen Theilung, eine in der horizontalen Ansicht kleinere convexseitige und eine grössere concavseitige Hälfte. Hüter und Nicoladoni erhielten aber umgekehrt eine grössere convexseitige und kleinere concavseitige Hälfte.

Nicoladoni nahm in Folge meiner Einwendungen nach Jahren auch seine Auseinandersetzungen zurück.

Bei einiger unbefangener Betrachtung findet man aber die natürliche und selbstverständliche Theilungslinie leicht. Bezüglich des Bogens kann kein Zweifel obwalten. Dort, wo die zwei seitlichen Hälften der Basis des Dornfortsatzes zusammenkommen, also am tiefsten Punkte der Incisura semilunaris, ist die Mitte des Bogens hinten; zwischen den Emissarien ist die Mitte der hinteren Wirbelkörperfläche; verbindet man beide Punkte, so hat man das Wirbelloch getheilt. Diese Gerade und in ihrer Fortsetzung die sichtbare Mittellinie des Dornfortsatzes theilen also dasjenige, was der Bogen umspannt, sind also die Mittellinie des Bogens. Das hat schon Engel klar ausgesprochen. Am Wirbelkörper kann nur das „Mitte vorn“ zweifelhaft sein; denn dass das „Mitte hinten“ der Punkt zwischen den Emissarien an der Hinterfläche sei, das braucht nicht erst bewiesen zu werden. Engel nahm nun an, man brauche nur die Mittellinie des Bogens nach vorne zu durch den Körper zu verlängern und erhalte so auch die Theilungslinie des Körpers; das ist für geringe Grade der Wirbeldeformität praktisch zureichend, aber bei stark entwickelten Keilwirbeln unrichtig. Das „Mitte vorn“ muss man am Wirbelkörper selbst zuerst bestimmen, dann verbindet man diesen Punkt mit dem Punkt zwischen den Emissarien und erhält so die Mittellinie des Wirbelkörpers. Wo ist aber „Mitte vorn“? Das bildete früher für uns alle die grosse Schwierigkeit.

Mir sind förmlich die Schuppen von den Augen gefallen, als ich entdeckte, wie leicht das „Mitte vorn“ zu bestimmen sei.

Ich will das eingehender demonstriren.

Ein häufiger Sitz der Skoliose ist das obere Dorsalsegment. Bezüglich der Gestalt der Körper der oberen Dorsalwirbel machen die Anatomen den Vergleich mit einem Dreieck oder einem Herzen. C. E. E. Hofmann sagt: „Von oben oder unten gesehen erscheint er“ (der Körper der Brust-

wirbel) „herzförmig, sein sagittaler Durchmesser ist nahezu gleich.“ Henle sagt: „Die Endflächen“ (der Wirbel) „sind im Allgemeinen mit dem längsten Durchmesser transversal gestellt; nur in den nächst oberen Brustwirbeln wird der transversale von dem sagittalen Durchmesser erreicht und selbst überholt. Die Form der Endflächen gleicht an den Halswirbeln einem Oblongum mit abgerundeten Ecken, nähert sich an den oberen Brustwirbeln einem Dreieck mit concaver, der Wirbelhöhle zugekehrter Basis und mit abgestumpfter, nach vorn gerichteter Spitze und wird in den unteren Brust- und den Bauchwirbeln bohnenförmig, die Convexität des vorderen der Concavität des hinteren Randes nahezu parallel.“ Die Henle'sche Beschreibung zeichnet sich durch Benützung treffender und scharfer Vergleiche aus.

Fig. 21.



Fig. 22.



Wenn wir nun neben einem normalen oberen Brustwirbel einige skoliotische zeichnen, so kann wohl kein Zweifel bestehen, wie die Mittellinie zu ziehen sei.

Es können da mehrere Fälle in Betracht kommen:

a) Entweder bildet die obere Endfläche des skoliotischen Wirbels noch immer ein Dreieck; dann besteht der ganze Unterschied darin, dass nunmehr kein gleichschenkeliges, sondern ein ungleichschenkeliges Dreieck vorliegt, aber die stumpfe Spitze des Dreieckes ist noch immer deutlich zu sehen. In diesem Falle verbindet man die Projection des Emissariums mit der Dreieckspitze und die Endfläche des Wirbelkörpers ist halbirt (vgl. Fig. 10 und 13).

Freilich findet man eine noch dreieckige Gestaltung der Endflächen zumeist an den Schrägwirbeln, und bezüglich dieser ist die Bemerkung hinzuzufügen, dass die beiden Endflächen sich nicht decken, wie am

Normalwirbel, die Spitzen der beiden Dreiecke stehen nicht übereinander, da der Wirbelkörper torquirt ist. Man sieht dem entsprechend die stumpfe Kante, welche, an der Vorderseite des Wirbels ziehend, die Spitzen der beiden Dreiecke verbindet, nicht mehr senkrecht, sondern schräg herablaufen. Aber etwa in der Mitte ihrer Höhe muss man den Punkt suchen, der der Lage der ursprünglichen Mitte der Kante entspricht. Er liegt etwa in der Höhe der Emissarien. Nun so ziehe man die Mittellinie in dieser Höhe des Wirbelkörpers! (Vgl. Fig. 9.)

b) Oder es bildet die Endfläche kein Dreieck mehr, sondern eine unregelmässige Fläche, und zwar darum, weil die Endfläche nach der concaven Seite hin quer ausgewachsen ist; das Emissarium ist dann gegen

Fig. 23.

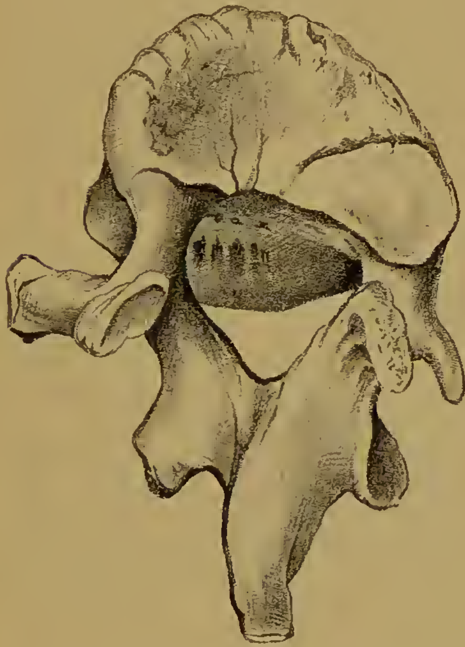


Fig. 24.



die convexseitige Bogenwurzel genähert und eventuell auch die von Lorenz hervorgehobene Einknickung der hinteren Körperfläche sichtbar. In einem solchen Falle ist aber an der convexseitigen Hälfte der normale Umriss der Endfläche noch erhalten, und zwar bis an die Stelle, wo der vordere Umriss zur concavseitigen Hälfte der Endfläche vorne umbiegt, also zur Stelle, wo die stumpfe Dreieckspitze war. Besonders deutlich sieht man das, wenn die Epiphysen des Körpers noch vorhanden sind. Auch hier lässt sich also die Mittellinie noch leidlich genau ziehen (Fig. 21).

c) Oder es sind die Spuren der Bogenepiphysen noch vorhanden, an jüngeren Individuen diese selbst. Dann pflegen die vorderen Begrenzungen dieser Gebilde so zu liegen, dass eine zwischen ihnen symmetrisch

durchgehende Gerade genau auf den Punkt trifft, wo man noch an einem stumpfen Vorsprung die Lage der einstigen Dreieckspitze entnehmen kann. (Vgl. Fig. 22, wo *a* und *b* die Grenzen der Bogenepiphyse bedeuten; bei 23 und 24 ist nur die eine Bogenepiphyse vorhanden.)

Diese Construction erscheint dann allerdings als eine nur bestätigende.

An den unteren Brust- und an den Bauchwirbeln fehlt es allerdings an einer so leichten Orientirung. Aber hier kommen andere Verhältnisse in Betracht.

Je mehr der quere Durchmesser des Wirbelkörpers über den sagittalen überwiegt, und das ist ja vom achten Brustwirbel an bis zum letzten Lendenwirbel zunehmend der Fall, um so geringer kann der Fehler sein, den man begeht, wenn das vordere Ende der angenommenen Mittellinie nicht genau jenen Punkt trifft, der die ursprüngliche Mitte des vorderen Randes der Gelenkfläche bedeutet. Es kann angenommen werden, dass die Mittellinien, die hier von verschiedenen Menschen gezogen wurden, wohl nahezu übereinstimmen würden. Wenn der Wirbelkörper nach Henle's Vergleich bohnenförmig ist, so muss die Mittellinie den vordersten Punkt der vorderen Convexität mit dem vordersten Punkte der hinteren Concavität verbinden (Fig. 6).

Die Betrachtung einiger Bilder möge das Gesagte veranschaulichen.

Auf den ersten Blick wird man bei Fig. 25 das „Mitte vorn“ erkennen. Es ist der vorderste Punkt der oberen Basalfläche. Von hier aus lauft etwas schräg nach rechts eine stumpfe Kante zu dem vordersten Punkte der unteren Basalfläche. In dieser Kante wendet sich die rechte Seite der Vorderfläche des Wirbelkörpers zur linken um; hier ist also die Grenze zwischen rechts und links. An der hinteren Fläche sieht man die bekannte Einknickung. Dort liegen die Emissarien; dort ist das „Mitte hinten“.

Auch in Fig. 14 ergibt sich das „Mitte vorn“ auf den ersten Blick. Es ist offenbar der vorderste Punkt der oberen Basalfläche: ihm entspricht auch das „Mitte vorn“ der unteren Basalfläche (das in der Figur den vordersten linken Punkt der Zeichnung bildet).

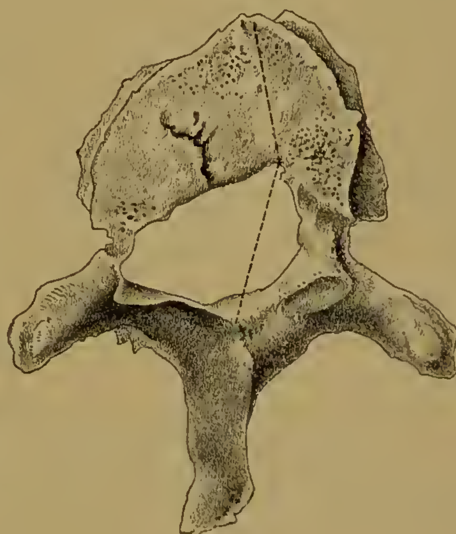
Ohneweiters ist auch an der Fig. 15 ersichtlich, wo das „Mitte vorn“ liegt, und ich empfehle jedem Fachmanne, einige skoliotische Wirbel in die Hand zu nehmen, um an dem wirklichen Gebilde selbst sich zu überzeugen, wie klar die Sache ist. (Vgl. daher Fig. 23 und 24.)

Frägt man zum Schlusse, wie sich die Mittellinie des Bogens zur Mittellinie des Körpers verhalte, so kann im Allgemeinen behauptet werden, dass sie nahezu ineinander übergehen. dass also die Mittellinie

des Bogens, nach vorne verlängert, die Mittellinie des Körpers nahezu genau ergibt. Nur an jenen Keilwirbeln, wo der Körper stark nach der concaven Seite hin in die Quere gewachsen ist, bilden — wie es schon früher hervorgehoben wurde — die beiden Mittellinien einen sehr stumpfen, nach der concaven Seite offenen Winkel. (Gezeichnet in Fig. 25.*)

Streng genommen, ist der normale Wirbel durch eine Sagittalebene in eine rechte und linke Hälfte getheilt, und beim skoliotischen Wirbel würde es sich darum handeln, das Rechts und Links ebenfalls durch eine Fläche zu theilen, von der es nach dem Vorausgeschickten schon klar ist, dass sie keine sagittale sein wird; ja, sie ist an einzelnen Wirbeln auch keine senkrechte Ebene, sondern dürfte (an den Schrägwirbeln) eine geneigte sein; ja, sie ist vielleicht überhaupt keine Ebene, sondern eine krumme Fläche; aber dermalen genügt es, bloss die Flächenansicht der Wirbel zu betrachten und in dieser eine gerade Linie als Grenze zwischen Rechts und Links anzunehmen.

Fig. 25.



Um bei den folgenden Auseinandersetzungen keine Missverständnisse aufkommen zu lassen, soll endlich noch einmal auf den Terminus der Torsion zurückgegriffen werden.

Jene Erscheinung, welche in Fig. 1 und 2 dargestellt ist, haben wir bisher mit dem Ausdrucke Gesammtwindung oder Windung schlechtweg bezeichnet.

Für jene Erscheinungen, aus welchen man an einem einzelnen Wirbel einen gewundenen oder gedrehten oder geknickten Aufbau erschliesst, haben wir bisher den Ausdruck Torsion gebraucht. Eine solche Torsion war die von Lorenz näher beschriebene abweichende Stellung oder Richtung der Bogenwurzeln. Sie sind nach der Concavität abgelenkt, und mehr will der Ausdruck nicht besagen. Wir haben überdies auch schon hervorgehoben, dass diese Torsion auf der horizontalen Projection des Wirbels ersichtlich sei.

Schon Seeger**) machte die Beobachtung, dass der Bogen des skoliotischen Wirbels mitunter eine Drehung um eine sagittale Axe erfahre, und ihm entging die grosse Complicirtheit der unter diesem Gesichtspunkte betrachteten Verhältnisse nicht. Er wies insbesondere darauf hin,

*) Diese Erscheinungen hatte ich bei früherer Gelegenheit Obliquität des Einzelnwirbels genannt, analog der Obliquität des Beckens.

**) Zur Pathologie der Skoliose. Wiener med. Presse, 1889.

dass sich in Bezug auf eine Drehung um die Sagittalaxe die eine Bogenwurzel desselben Wirbels anders verhalten könne als die andere. Ich bin auf diese Verhältnisse etwas näher eingegangen,*) ohne jedoch eine befriedigende Darstellung gegeben zu haben. Denn wie Seeger habe auch ich erfahren, dass hier die Verhältnisse höchst complicirt werden, indem einzelne Wirbel in einer Beziehung sich so verhalten, wie der nächst untere und in anderer Beziehung wie der nächst obere Nachbar. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um Folgendes: Bei der hinteren Ansicht eines normalen Lendenwirbels kann man um die äussersten Punkte der auf- und absteigenden Fortsätze ein symmetrisches Viereck (Trapez) umschreiben, dessen Seiten nach unten convergiren; die Linie des Dornfortsatzes halbirt dieses Viereck in zwei seitliche Hälften: die Processus costarii laufen parallel mit den zwei Parallelseiten des Viereckes. Nimmt man sich nun einen Schrägwirbel aus dem skoliotischen Lendensegmente heraus, so erscheint das genannte Viereck in toto um eine sagittale Axe gedreht, und zwar entgegengesetzt der bekannten schiefen Faserung der Corticalis des Wirbelkörpers. Ja, es macht geradezu den Eindruck, als ob der Winkel, um welchen der Bogen nach der einen Seite gedreht ist, gleich wäre dem Winkel, um welchen die Coritcalisfasern aus ihrer senkrechten Richtung nach der anderen Seite ablenken; so dass beide Erscheinungen auf einen innigen Zusammenhang hinzudeuten scheinen.

Bei einem normalen Dorsalwirbel lässt sich durch den Ursprung der aufsteigenden Fortsätze eine quere Gerade legen; verbindet man ihre Enden mit der Spitze des Dornfortsatzes, so entsteht ein gleichschenkeliges Dreieck, dessen Höhe in der sagittalen Mittellinie liegt. Nun zeigen gewisse skoliotische Wirbel, dass dieses Dreieck schräg gestellt ist.

Man betrachte vorläufig die drei Einzelwirbel der Fig. 32, von welchen der eine einen Keilwirbel und die andere zwei Schrägwirbel aus dem skoliotischen Segmente betrifft, so wird man sofort von der Grösse und Complicirtheit der Erscheinungen überzeugt.

Es liegt also eine zweite Form der Torsion vor. Die Lorenz'sche zeigt sich auf der horizontalen, diese (die Seeger-Albert'sche) auf der frontalen Projection.

Es bleibt nun noch zu fragen, ob es eine Torsion auch in der sagittalen Projection gibt. Einzelne von jenen Symptomen, die ich unter dem Begriffe der Reclination angeführt habe, gehören hieher: so

---

*) Zur Anatomie der Skoliose. Wiener klin. Rundschau, 1895.

vor Allem die mehr horizontale Stellung der Dornfortsätze, die steilere Richtung der Gelenksfortsätze und einige andere Details.

Es gibt also nicht eine Torsion, sondern Torsionen.

Wir unterscheiden demnach an dem skoliotischen Wirbel Torsionen, das heisst Abknickungen, Drehungen, im Allgemeinen also Stellungsveränderungen der Bestandtheile zu einander, und beschreiben sie nach den drei räumlichen Projectionen als horizontale, frontale und sagittale Torsion. Wir gehen dann in der Analyse weiter zu den Erscheinungen zweiter und noch niederer Ordnung, als Retorsion und Contratorsion des betreffenden Bestandtheiles gegenüber seinem Insertionsgliede.

Man braucht nur den einen oder den anderen geradezu S-förmig gekrümmten Dornfortsatz eines hochgradig skoliotischen Wirbels anzusehen, um zu würdigen, wie weit hier die Deformationen der Wirbel gehen.

Dass wir für alle diese Gestaltveränderungen den Ausdruck Torsion gebrauchen, ist allerdings eine Ungenauigkeit, da wir kein anderes Wort besitzen. Aber bei der detaillirten Analyse können wir später von Stelle zu Stelle andere passendere Ausdrücke substituiren. Für die vorläufige Verständigung über die Gesammtänderungen im Aufbaue müssen wir mit dieser Ungenauigkeit vorliebnehmen.

IV. Keilwirbel und Schrägwirbel.

Um über die Vertheilung dieser beiden Hauptformen der skoliotischen Wirbel eine leichte Uebersicht zu geben, theile ich eine Tabelle mit. Es sind in derselben neun Skoliosen ziffernmässig dargestellt. Und zwar so, dass die Keilwirbel mit dicken, aufrechtstehenden, die Schrägwirbel mit schiefstehenden Ziffern bezeichnet sind. Wirbel, an denen nichts Pathologisches zu sehen ist, sind mit gewöhnlichen Lettern numerirt. Unter den Keilwirbeln ist derjenige, der den Scheitel der Krümmung bildet, auch noch durch eine grössere Ziffer ausgezeichnet und da neben ihm r. oder l. steht, so ersieht man, ob die Krümmung, deren Scheitel er bildet, nach rechts oder links convex ist. Demnach braucht man an der Gegenkrümmung die Körperseite nicht mehr zu bezeichnen: es ist selbstverständlich die entgegengesetzte. Wenn also z. B. der neunte Brustwirbel das Zeichen hat: **9** r., so weiss man, dass in der Lende der dicke und grosse römische Dreier (**III**) den Scheitelwirbel einer linksseitigen Krümmung bildet.

Präp. Nr. 1634 ♂	Präp. Nr. 1866 ♂	Präp. Nr. 1875 ♀	Blech-tafel 57	Präp. Nr. 4000 ♀	Blech-tafel 72 ♀	Blech-tafel 2 ♀	Eigenes Präp.	Präp. Nr. 4600 ♂
a)	*b)*	*c)*	*d)*	*e)*	*f)*	*g)*	*h)*	*i)*
1			*1*	1			1	1
2			*2*	2			2	2
3	*3*	3	**3**	**3**		*3*	3	3
4	*4*	*4*	**4**	*4*	**4**	*4*	*4*	4
5	**5**	*5*	**5**	*5*	**5**	**5**	*5*	5
6	**6**	*6*	**6**	**6**	*6*	**6**	*6*	*6*
7	*7*	**7**	*7*	**7**	*7*	**7**	*7*	*7*
8	*8*	8	*8*	8	*8*	8	8	8
9	*9*	**9**	**9**	9	**9**	*9*	**9**	**9**
10	*10*	*10*	**10**	*10*	**10**	*10*	**10**	**10**
11	*11*	*11*	*11*	*11*	**11**	*11*	**11**	**11**
12	*12*	*12*	*12*	*12*	**12**	*12*	**12**	*12*
I	**I**	*I*	*I*	**I**	*I*	**I**	I	*I*
II	**II**	II	II	**II**	*II*	II	*II*	II
III		**III**	III	**III**	*III*	*III*	*III*	*III*
IV			*IV*	*IV*		*IV*		*IV*
V			*V*					*V*

Der Keilwirbel ist concavseitig niedriger und bei stärker ausgesprochener Abschrägung sieht man auch das Symptom der Reclination sofort. Zieht man sich die Halbirungslinie seines Körpers, so sieht man, dass er auf Seiten der Concavität in die Quere gewachsen ist, dabei aber im sagittalen Durchmesser verloren hat. Die obere Basalfläche setzt sich zipfelförmig gegen die Fovea costalis fort und manchmal sieht man beide

in unmittelbarer Berührung. Noch einen Schritt weiter und die Fovea erscheint in die Basalfläche aufgenommen, als ihr äusserstes Ende. Zugleich sieht man, dass an der concaven Hälfte die obere Basalfläche mit ihrem hinteren Rand gegen das Foramen vertebrale zurücktritt, und dieses erzeugt hauptsächlich den Anschein, als ob die obere Basalfläche gegen die untere etwas gedreht wäre. Wie oben bemerkt wurde, erscheint diese Drehung nicht stets in dem Sinne erfolgt, in welchem die Bogenwurzeln ablenken, sondern im entgegengesetzten. Zieht man von dem Punkte zwischen den Emissarien an der Hinterfläche des Körpers zum tiefsten Punkte der Incisura semilunaris auch noch die Mittellinie des Wirbelbogens, so bemerkt man an hochgradigeren Keilwirbeln, dass die Axe des Körpers und jene des Bogens einen nach der Concavitätsseite offenen, sehr stumpfen Winkel bilden. Hiedurch erhält der Wirbel eine geknickte Gestalt, und die gezogenen Linien machen einerseits die an der Hinterfläche des Körpers ersichtliche Flächenknickung, andererseits die Ablenkung der Bogenwurzeln sehr ersichtlich. Wir können für diese Erscheinung, für die Winkelbildung zwischen der Axe des Körpers und des Bogens, den Ausdruck „Obliquität des Wirbels“ gebrauchen.

Es wäre von höchstem Interesse und von entscheidender Bedeutung, beginnende Skoliosen kindlichen Alters zu untersuchen. Ich war in dieser Lage noch nicht. Aber ich fand doch Gelegenheit, schwache Skoliosen an Skeletten Erwachsener zu besichtigen.

Ein Präparat dieser Art fand sich in der Sammlung meiner Klinik. Es betrifft eine ganz mässige, sehr flache S-förmige Skoliose, Lende nach links, Dorsum nach rechts. Die Skoliose ist von einem so geringen Grade, dass nur am IV. Lendenwirbel eine Keilbildung geringsten Grades von vorne, am III. und II. ein Niedrigersein der concavseitigen Körperhälfte nur von rückwärts zu sehen ist. Am Dorsalsegment ist nur am 6. Wirbel die beginnende Keilbildung darin signalisirt, dass der Wirbelkörper concavseitig stärker ausgeschweift ist. Da konnte ich an den ihre Keilgestalt eben noch verrathenden Wirbeln folgende Merkmale constatiren:

1. Die Emissarien erscheinen schon gegen die Convexität hinausgewandert, die hintere Fläche des Wirbelkörpers in der bekannten Weise eingeknickt, so dass man eine in die Quere ausgewachsene concavseitige und eine in die Höhe gewachsene convexseitige Körperhälfte unterscheiden kann. Man sieht dieses deutlich an dem 5., 6., 7. und 8. Brustwirbel (aus dem Scheitel der Krümmung), dann am II. Lendenwirbel.

2. Die von Lorenz beschriebene Ablenkung der Bogenwurzeln gegen die concave Seite und eine dem entsprechende Differenz in ihrer Dicke.

3. Beginnende sagittale Torsion am II. und III. Lendenwirbel.

4. Die Asymmetrie der Schlusstheile des Bogens, indem an der Convexitätseite die hintere Bogenhälfte — vom Proc. spin. zum Proc. transv. betrachtet — in der Quere ansehnlicher ist, als die entsprechende Hälfte in der Concavitätseite. Wenn man entwickeltere Skoliosen von hinten betrachtet, so ist dieser Unterschied ungemein auffällig. Die Rinne, welche zwischen dem Dornfortsatze und dem Querfortsatze liegt,

ist auf Seite der Convexität breit, auf der concaven Seite eng, und wie die Krümmung umbiegt, wechselt auch das Verhalten der Rinne; war sie in der ersten Krümmung rechts weiter, so ist sie es in der zweiten links. Dieser Unterschied ist aber nur an den Punkten der stärksten Krümmung in der Lende zu sehen, besonders am II. Lendenwirbel.

5. Geringe Asymmetrien in der Grösse und Gestalt der Gelenkflächen. Namentlich sieht man am II. Lendenwirbel den concavseitigen absteigenden Fortsatz massiger, dem entsprechend die ihn aufnehmende Pfanne des diesseitigen aufsteigenden Fortsatzes des III. Lendenwirbels erweitert.

Die Schrägwirbel sind von Kocher treffend so genannt worden. Während ein normaler Wirbelkörper einem geraden Cylinder an Gestalt gleicht, ahmt der Körper eines Schrägwirbels einem schiefen Cylinder nach. Die Basalflächen sind gegeneinander nicht geneigt, wie beim Keilwirbel, sondern bleiben parallel, aber sie stehen auf der Höhenaxe des Wirbelkörpers nicht senkrecht, sondern schief. In schiefer Richtung verläuft auch an der vorderen Seite des Wirbelkörpers eine sehr stumpfe Kante als die nun schräge vordere Mittellinie des Wirbelkörpers. An der ganzen Vorderfläche zeigt sich eine dem gleichsinnige schiefe Faserung des Knochens. An der hinteren Fläche zeigt sich das Emissarium je nach der Stellung des Schrägwirbels in der Krümmung bald in normaler Stellung in der Mitte der Hinterfläche, bald nach der einen oder der anderen Seite verschoben und dem entsprechend auch die hintere Fläche des Wirbelkörpers geknickt. Diese Stellung des Emissariums hängt zusammen mit der im Horizonte vor sich gehenden Ablenkung der Bogenwurzeln. Nehmen wir an, eine Wirbelsäule biete eine untere Dorsalskoliose nach rechts und eine obere nach links. Zwischen beiden Krümmungen seien drei Schrägwirbel eingeschaltet; sagen wir — ich habe das entsprechende Präparat vor mir — der 7., 6., 5. Der der unteren Krümmung als ihr höchstes Glied noch angehörige 8. Wirbel zeigt noch eine Andeutung von Keilgestalt, die Spitze des Keiles nach links in die Concavität hinein. Dem entsprechend weichen seine Bogenwurzeln nach links ab und das Emissarium erscheint nach rechts verrückt. Da verhält sich nun der unterste (7.) Schrägwirbel ebenso wie der unter ihm liegende Keilwirbel. Die Bogenwurzeln nach links abgelenkt, das Emissarium weiter nach rechts gelegen. Bei dem nächst oberen (6.) Schrägwirbel, dem mittleren unter den dreien, ist das Emissarium in der Mitte und die beiden Bogenwurzeln stehen diagonal, ohne ersichtliche Ablenkung. Der nun folgende oberste der drei Schrägwirbel, der 5., zeigt nun das Emissarium nach links hinausgerückt und die Bogenwurzeln nach rechts ablenkend, genau so, wie es sich an dem oberen Nachbar, dem 4. zeigt, der nur den ersten angedeutenden Keil der oberen Krümmung bildet. Der untere

Schrägwinkel verhält sich also mit Rücksicht auf die Knickung der Hinterfläche, Stellung des Emissariums und Ablenkung der Bogenwurzeln wie die unter ihm liegenden Keile der unteren — und der obere Schrägwirbel wie die über ihm liegenden Keile der nächst oberen Krümmung. Der mittlere Schrägwirbel verhält sich neutral; er ist in diesem Punkte ein Interferenzwirbel. Die beiliegende Fig. 26 veranschaulicht das Verhalten. Sie enthält als untersten den 8., als obersten den 4. Dorsalwirbel. Man kann sich angesichts dieser Figur nichts Anderes vorstellen, als dass in der unteren Krümmung ein von der Concavität ausgeübter Zug die Bogenwurzeln in seinem Sinne, und ein in der oberen Krümmung von deren Concavität aus geübter Zug dieselben wieder in der entgegengesetzten Richtung zieht und dass in den Schrägwirbeln der Umschlag des einen in das andere erfolgt. Woher soll dieser Zug ausgeübt sein?

Fig. 26.



Es wurde früher die zuerst von Lorenz ausgesprochene Anschauung erörtert, dass die Ablenkung der Bogenwurzeln eine Deviationserscheinung sein dürfte. Der Körper rückt aus der Mittellinie hinaus, der Bogen kann nicht folgen; die Bogenwurzeln werden in die Concavität hinein abgeknickt. Das wurde aber von Lorenz nur für die Keilwirbel behauptet. Erwägt man aber das, was soeben bezüglich der Schrägwirbel angeführt wurde, so kann für diese eine analoge Erklärung durchaus nicht versucht werden. Man überlege nur! Drei Schrägwirbel, die zwischen zwei Krümmungen liegen, also ohnehin so nahe der Mittellinie als möglich! Der mittlere zeigt keine Ablenkung der Bogenwurzeln; der untere zeigt eine solche nach der concaven, der obere eine nach der anderen Seite; die einen Bogenwurzeln sehen stark nach links, die anderen stark nach rechts. Die Ablenkungen besitzen einen

Grad, wie sie an hochgradigen, weit aus der Mittellinie geschobenen Keilwirbeln vorkommen. Hier kann von einer Deviationserscheinung überhaupt keine Rede sein. Wie die Sache zu erklären, soll nun zur Sprache kommen.

Wenn wir uns an einem normalen Brustwirbel die concaven ventral- und medialwärts gerichteten Gelenkspfannen seines absteigenden Fortsatzes ergänzen, so erhalten wir — natürlich nur beiläufig — einen Kreis, dessen Mittelpunkt etwa der Mitte des Nucleus pulposus entspricht. Das ist eine bekannte Thatsache. Ziehen wir von dem Mittelpunkte des Nucleus Radien nach der Peripherie des Wirbelkörpers, so können wir sie in lauter symmetrische Paare gruppiren. (Siehe Fig. 16.)

Fig. 27.

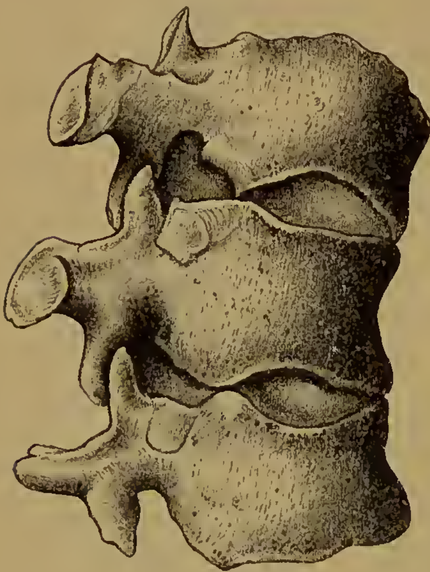
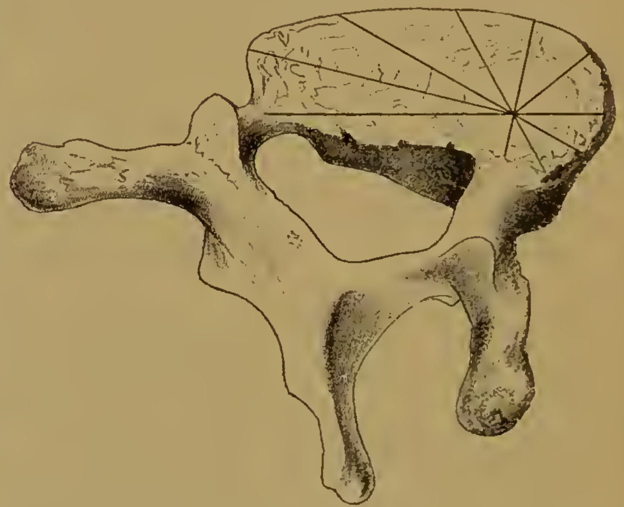


Fig. 28.



Nehmen wir nun einen ausgesprochenen Keilwirbel her und wählen wir einen Punkt, der etwa dem Centrum des Nucleus pulposus entspricht. Dass der Nucleus stark in die convexe Seite hinausgedrängt ist, ist bekannt;*) unser Punkt wird also in der convexseitigen Hälfte des Wirbelkörpers liegen. Ziehen wir nun verschiedene Radien von hier aus, so erhalten wir eine eigenthümliche Figur, welche in uns die Vorstellung erweckt, als könne der Wirbelkörper, der ja von der Seite der Concavität nach der Convexität rotirt und dabei von den an die Nachbarn festgehaltenen Bogengebilden gehindert wird, in seinem ganzen Gefüge derart

*) Man beachte die von mir zuerst hervorgehobenen, in Fig. 27 ersichtlichen Ausnagungen des Randes der Wirbelkörperränder an der convexen Seite; man findet, dass sie in kleine Gruben an den einander zusehenden Basalflächen zweier Wirbel führen und entsprechen offenbar dem Drucke, den der hieher verlagerte Nucleus pulposus auf die auch noch durch Zug gedehnten Knochenpartien ausübt. Dieser Befund ist fast an allen hochgradigen Skoliosen zu sehen.

verändert sein, dass die längeren Radien die langgezogenen, die kürzeren Radien die zusammengedrängten Partien des Wirbelkörpers versinnlichen, Alles natürlich nur im Sinne der horizontalen Projection (Fig. 28). In Rücksicht auf die Höhendimension wissen wir, dass die convexseitige Hälfte höher, die concavseitige niedriger ist. Dass die letztere durch Druck niedriger ist, das dürfte kaum bestritten werden.

Warum sie aber in die Quere ausgedehnter sei, d. h. warum die Distanz vom Emissarium zum Abgange der concavseitigen Bogenwurzel grösser sei, das ist nicht so ohneweiters klar. Man kann sich darüber zwei Vorstellungen bilden. Es kann hier Druck oder Zug im Spiele sein. Die Wirbelkörperhälfte kann eben in die Quere gedrückt oder in die Quere gezogen sein. Ich selbst habe bisher die erstere Annahme für die wahrscheinliche gehalten. Ich habe aber eingesehen, dass sich Gründe dagegen vorfinden.

Es ist bekannt, dass auf der concaven Seite der Keilwirbel die Foveae costales superiores sich nicht immer vorfinden. Eine oberflächlichere Erwägung führt zu der Annahme, dass sie von oben her durch Druck zerstört werden, d. h. dass der Druck die concavseitige Hälfte der oberen Basalfläche immer mehr und mehr niederlegt (und reclinirt) bis ihr lateralster Punkt dem untersten Punkte der diesseitigen Fovea articularis entspricht: dann wäre die Fovea verschwunden und ihre Stelle gleichsam in die obere Basalfläche aufgenommen. Man könnte den Vorgang mit dem Meissel nachahmen, indem man ihn am untersten Punkte der Fovea ansetzend, gegen die Mittellinie der oberen Basalfläche führen und so den Bogen abschrägen, d. h. keilförmig gestalten würde. (Die Abschrägung kann selbstverständlich noch weiter gehen; es gibt ja Keilwirbel, bei denen die obere und untere Basalfläche factisch zusammenstossen).

Man findet aber mitunter Wirbel, deren Betrachtung zu Zweifeln an der Richtigkeit einer solchen Vorstellung führt. Es findet sich nämlich mitunter die Fovea costalis auf die obere Basalfläche des Keilwirbels verlagert, und man sieht noch ihren Contour neben dem Contour der sich in die Quere ausbreitenden Basalfläche. Noch sind beide Gebilde nebeneinander discret vorhanden. Ein Schritt — und die Foveafläche ist in die Basalfläche aufgenommen und bildet ihren äussersten concavseitigen Zipfel.

Das lässt sich kaum anders denken, als durch Zug entstanden. Ein zunächst auf den oberen Rand der concavseitigen Fovea geübter Zug kann diesen Rand nach der convexen Seite umlegen und in seiner weiteren Wirkung die ganze Fläche der Fovea aus ihrer verticalen Lage

in die nahezu horizontale bringen, so dass sie dann neben dem Contour der Basalfläche liegt. Um ja nicht missverstanden zu werden, will ich ein Bild gebrauchen. Man lege seine linke Hand mit dem ulnaren Rande auf die horizontale Fläche eines Tisches auf. Daneben lege man einige Bücher so, das sie aufeinander geschichtet die Hohlhand berühren. Jetzt ziehe man das oberste der Bücher etwas nach rechts; soll die Hohlhand die Bücher stets berühren, so wird sie sich mit ihrem radialen Rande in diesem Augenblicke nach rechts proniren, schief stehen; dann ziehe man die Bücher successive nach rechts weg; die Hand wird immer mehr pronirt und schliesslich mit der Vola auf der Tischplatte aufruhen. Etwa so — omnis comparatio claudicat — kann die Fovea aus ihrer verticalen Stellung an der Seite des Wirbelkörpers in die (nahezu) horizontale Stellung auf dessen oberer Fläche sich begeben.

Wir kommen also mit den Thatsachen besser weg, wenn wir annehmen, dass auf die concavseitige Wirbelhälfte ein Zug ausgeübt wird von der convexen Seite her und dass die concavseitige Wirbelkörperhälfte in die Quere gezogen wird, während sie auch durch Druck von oben flacher gedrückt und reclinirt wird. Es ist nicht zu verkennen, dass sich hier eine Vorstellung wiederholt, welche seinerzeit Nicoladoni vorschwebte, als er annahm, die concavseitige Wirbelkörperhälfte wachse in die Quere, das Emissarium wandere gegen die convexe Seite aus. Das nehmen wir jetzt auch an; nur beging Nicoladoni den schweren Irrthum, die anatomische Mitte der hinteren Wirbelfläche anderswo zu suchen als zwischen den Emissarien und kam so immer tiefer in verfehlte Auffassungen.

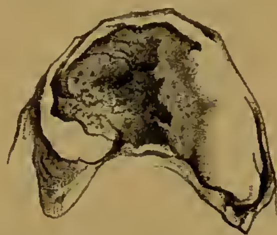
Mit der Vorstellung, die ich soeben entwickelt habe, lässt sich vielleicht auch das Verhalten der Fascia longitudinalis anterior erklären, die nach der convexen Seite hin immer dünner und dünner gezogen wird. Aber ich habe die Sache nicht untersucht und deute nur an, dass dieser Punkt geprüft werden könnte.

Aber was für ein Zug sollte es sein, der die concavseitige Wirbelkörperhälfte in die Quere zieht? Ich glaube, dass auch hier kaum ein Zweifel obwalten könne. Die von Lorenz näher gewürdigte Knickung der hinteren Fläche des Wirbelkörpers ist eine zu auffallende Erscheinung. In Fig. 23 ist sie schön bogenförmig ausgeprägt; in Fig. 25 und 28 stossen die concavseitige und die convexseitige Hälfte der hinteren Fläche des Wirbelkörpers, die de norma in einer Flucht laufen, geradezu rechtwinklig zusammen. Es wurde oben hervorgehoben, dass die Erscheinung schon im Beginne der Skoliose auftritt, schon da ist das Hinausgerücktsein des

Emissariums und die Knickung der hinteren Fläche des Wirbelkörpers im geringsten Grade, aber deutlich vorhanden.

Man vergleiche mit diesen Figuren auch noch die hier gegebene Fig. 29, die Nicoladoni abbildet. Sie ist der Wirbelsäule eines jungen rhachitischen Kindes entnommen und leider entspricht sie einem nach links convexen Abschnitte der skoliotischen Krümmung, während in den citirten Figuren und in unserer ganzen Auseinandersetzung ein rechtsseitig convexer Abschnitt der Skoliose zu Grunde gelegt ist. Man braucht aber nur die Figur gegen das Licht zu halten, um sofort die Congruenz mit unseren Fig. 23 und 29 herzustellen. Betrachtet man die Nicoladoni'sche Figur an dem ganzen Vorderrande des Wirbelkörpers, so ist die Aehnlichkeit mit dem sagittalen Profil eines Kniegelenkskondyls unverkennbar. Wie an dem letzteren zu sehen ist, dass sich das Gebilde je weiter nach rückwärts, destomehr zusammenwindet, so ist auch an dem skoliotischen Keilwirbel zu sehen, wie er von der concaven Seite an gegen die convexe hin sich immer stärker in sich zusammenwindet. Es ist dies ein Bild, das versteht sich: aber gerade in der organischen Welt gebrauchen wir so oft viel verfänglichere Bilder, indem wir von Dreiecken, Trapezen, Prismen u. s. w. sprechen. Jedenfalls ist unser Bild den organischen Formen näher.

Fig. 29.



Die in dem Bilde versinnlichte Figur muss aber der Wirbel langsam gewinnen, wenn aus einem normalen Wirbel ein skoliotischer Keil werden soll. Nun wissen wir, dass mit der Bildung der skoliotischen Krümmung der Wirbel sich dreht, und zwar in der Richtung von der concaven zur convexen Seite. Die Bogengebilde können ihm nicht in dem Maasse folgen; sie hemmen daher den Effect der Rotation. Der Wirbel erleidet daher eine Deformation. So ist seine Gestaltveränderung, aber auch die Ablenkung der Bogenwurzeln leichter zu verstehen, damit das ovoide Ausgezogensein des Wirbelloches; und vor Allem wird uns begreiflich, dass die Drehung einen Zug auf die concavseitige Wirbelkörperhälfte ausübt und diese somit in die Quere dehnt. Die Drehung ist aber eine nothwendige Folge des Mechanismus der Wirbelsäule.

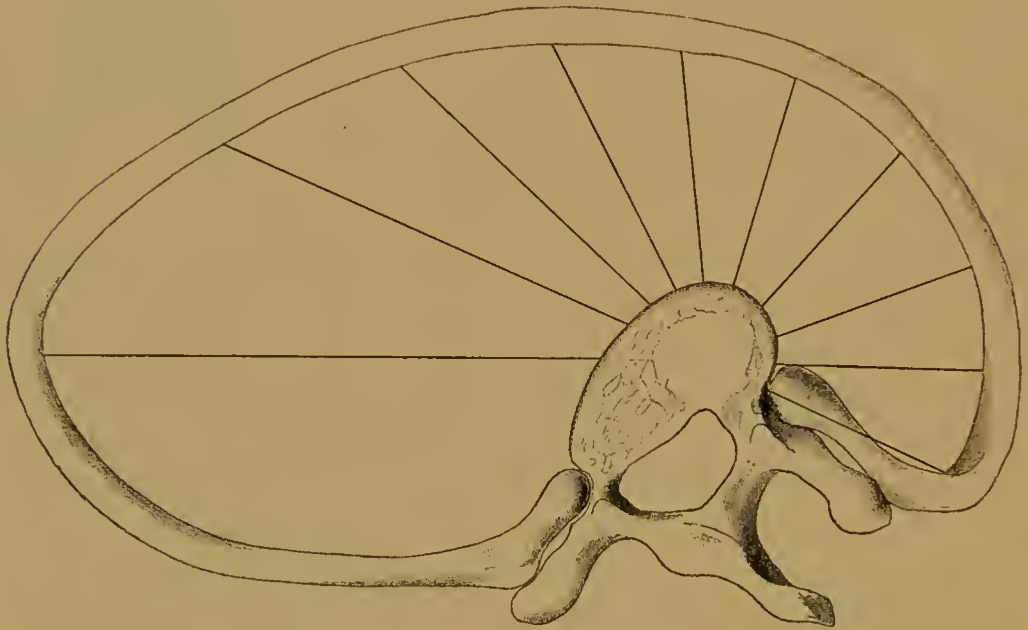
Denken wir uns den Wirbelkörper aus einer zähen Masse, die um eine durch die Mitte des Nucleus pulposus durchgesteckte Verticalaxe rotirt, so wird die Masse in der Richtung der Rotation zusammengedrängt, auf der anderen Seite gedehnt.

Diese Vorstellung stimmt aber mit dem zusammen, was wir an den Rippen des skoliotischen Thorax sehen. Wir können von demselben

Punkte aus, von dem Centrum des Nucleus pulposus Radien zu der Thoraxperipherie ziehen, und wir erhalten die analoge Fig. 30.

Vollends aber wird unsere Vorstellung unterstützt, wenn wir einen Fall von hochgradigster Skoliose, eine kyphotisch gewordene Skoliose betrachten. Die Drehung geht immer weiter, die Windung wird immer auffälliger. Der Wirbelbogen steht schon fast ganz sagittal. Die convexseitigen Rippen sind in ihrem hinteren Abschnitte so stark gekrümmt,

Fig. 30.



dass sie sich nun an die convexe Hälfte des Wirbelkörpers anlegen und um ihn herumspinnen. Die concavseitigen Rippen wiederum ziehen hart aneinander zusammengedrängt und fast geradlinig in der Concavität und können hier die concavseitigen Wirbelkörper berühren.

Fig. 31.



Wenn wir diese Vorstellung festhalten, so erscheint uns das ganze System in einer Richtung verständlich. Es bewegt sich um eine — durch die Centra der Nuclei pulposi gelegte Verticalaxe nach der einen Seite, dreht und windet sich. Und das ist die horizontale Torsion der Skoliose. Ihr Symbol wäre Fig. 31.*)

Wenn nun die Skoliose eine S-förmige ist, so geschieht an dem nächsten Segmente das Entgegengesetzte. Drehte und wand sich das eine Segment nach rechts, so dreht sich das andere nach links.

---

*) Der dickere Strich versinnlicht die sich einwindende Gestalt des Wirbelkörpers, der dünnere die ähnliche Gestalt des zugehörigen Rippenringes. Die Wirbelsäule und der Brustkorb winden sich.

Zwischen beiden Segmenten sind aber die Schrägwirbel eingeschaltet. Die müssen den Uebergang vermitteln. Es ist dann sehr begreiflich, dass der untere von den drei Schrägwirbeln die Drehung des unteren Segmentes, der obere jene des oberen mitmacht, der mittlere aber ein Interferenzwirbel bleibt. (Diesen könnte man einen Uebergangswirbel nennen; er hätte eine ausgezeichnete Stellung, wie sie der Scheitelwirbel unter den Keilwirbeln besitzt.)

Durch diese Vorstellung gelangen wir auch zum Verständnisse der so bedeutenden Ablenkung der Bogenwurzeln an den Schrägwirbeln. Aus der Deviation, aus dem horizontalen Schube aus der Mittellinie hinaus können wir sie nicht verstehen, da ja — wie oben schon hervorgehoben wurde — die Schrägwirbel aus der Mittellinie am wenigsten deviiren. Aus der Rotation und damit gegebenen horizontalen Torsion in unserem Sinne finden wir sie verständlich. Der Körper zeigt durchaus nicht jene Einrollung, wie der der Keilwirbel; die Bogenwurzeln sind aber stark abgelenkt. Da kann nur ein drehendes Moment einwirken. Die den Schrägwirbeln zunächst benachbarten Keilwirbel sind mit den ersteren innig verbunden, gleichsam verhakt; die Bogenwurzeln sind gleichsam die Kurbeln, an denen die Keilwirbel angreifen; die Kurbeln selbst werden abgeknickt, aber die Körper nicht gedreht. Hier muss also eine eigenthümliche Anordnung der Kräfte wirksam sein.

Was die Schrägwirbel noch auszeichnet, ist die frontale (um die sagittale Axe erfolgte) Torsion der Bögen, von welcher sofort die Rede sein wird.

V. Wirbelbögen.

Die Skoliose ist nicht nur eine gewundene Säule, sondern auch eine seitlich gebogene.

Haben uns im Bereiche der Wirbelkörper die Keilwirbel diese seitliche Ausbiegung am sprechendsten vorgehalten, so stossen wir beim Studium der Wirbelbögen auf eine andere ganz merkwürdige Erscheinung.

Es ist dies die auf der frontalen Projection ersichtliche (also um eine sagittale Axe entstanden gedachte) Torsion, von welcher zum Schlusse des III. Abschnittes die Rede war. Seeger war die Erscheinung aufgefallen, dass an manchen Wirbeln der Bogen um eine sagittale Axe gedreht erscheint. Er wusste aber die Erscheinung nicht zu deuten; er notirte sie als Merkwürdigkeit. Ich verfolgte sie später etwas näher und ahnte in ihr ein Gesetz. Doch erst das Studium an zerlegten

Wirbelsäulen brachte mich dem Verständnisse näher. In der ersten Mittheilung*) hob ich hervor, dass sie an Schrägwirbeln zu sehen sei und bildete einen aus dem Dorsalsegmente ab. In der zweiten**) hob ich hervor, dass sie sich von den Schrägwirbeln auch auf die Keilwirbel fortsetzt; aber ich hatte damals kein geeignetes zerlegtes Material.

Heute kann ich Näheres berichten.

Wenn man Fig. 17 *a* und *b* ansieht, so bemerkt man, dass die Wirbelplatte entgegengesetzt gestellt erscheint zu der Streifung des Schrägwirbels.

Hat man eine Wirbelsäule mit zwei entgegengesetzten Krümmungen. so hat man auch zwei Serien von Schrägwirbeln. Die untere Serie bildet den Uebergang zwischen den zwei Krümmungen; die obere den Uebergang von der oberen Krümmung zum normal aufsteigenden (oder schwach entgegengekrümmten) oberen Ende der Wirbelsäule. An beiden Serien zeigt sich diese Torsion der Wirbelbögen, einer gleichen Regel folgend: immer ist der Bogen nach der der Streifung des Wirbelkörpers entgegengesetzten Richtung gestellt (gedreht oder torquirt).

Angenommen, die untere Krümmung wäre eine Lendenkrümmung mit der Convexität nach links, so ist die nun nach oben folgende Serie (von 2 oder 3) Schrägwirbeln von links unten nach rechts oben gestreift. Der Bogen dieser Schrägwirbel ist demnach mit seiner verticalen Mittellinie von rechts unten nach links oben gerichtet.

Die obere Serie der Schrägwirbel ist von rechts unten nach links oben gestreift und geschrägt. Die Bögen sind mit ihrer Verticallinie von links unten nach rechts oben gedreht.

Dabei hat man sich zu denken, dass die Schrägwirbel herausgenommen und auf die untere Basalfläche gestellt sind; denn ist die Krümmung, welche zwischen beiden Serien liegt, sehr stark, so können die Schrägwirbel geradezu horizontal liegen; man muss sich also dieselben vertical aufgestellt denken. (Versinnlicht in Fig. 32.)

Stellt man sich vor, die Krümmung wäre sehr gering, die Schrägwirbel trotzdem gut entwickelt, so würde man den Eindruck haben, als ob die in Rede stehende Torsion der Bögen den Effect hätte, dass die Mittellinien der Bögen beider Serien nahezu in dieselbe Verticale fallen.

Prüft man nun einen einzelnen Wirbel auf diese Erscheinung, so könnte man im ersten Augenblicke daran denken, dass die Bögen schon in ihren Wurzeln gegen den Körper gedreht sind.

---

*) Zur Theorie der Skoliose. 1890.

**) Zur Anatomie der Skoliose. Wiener klin. Rundschau, 1895.

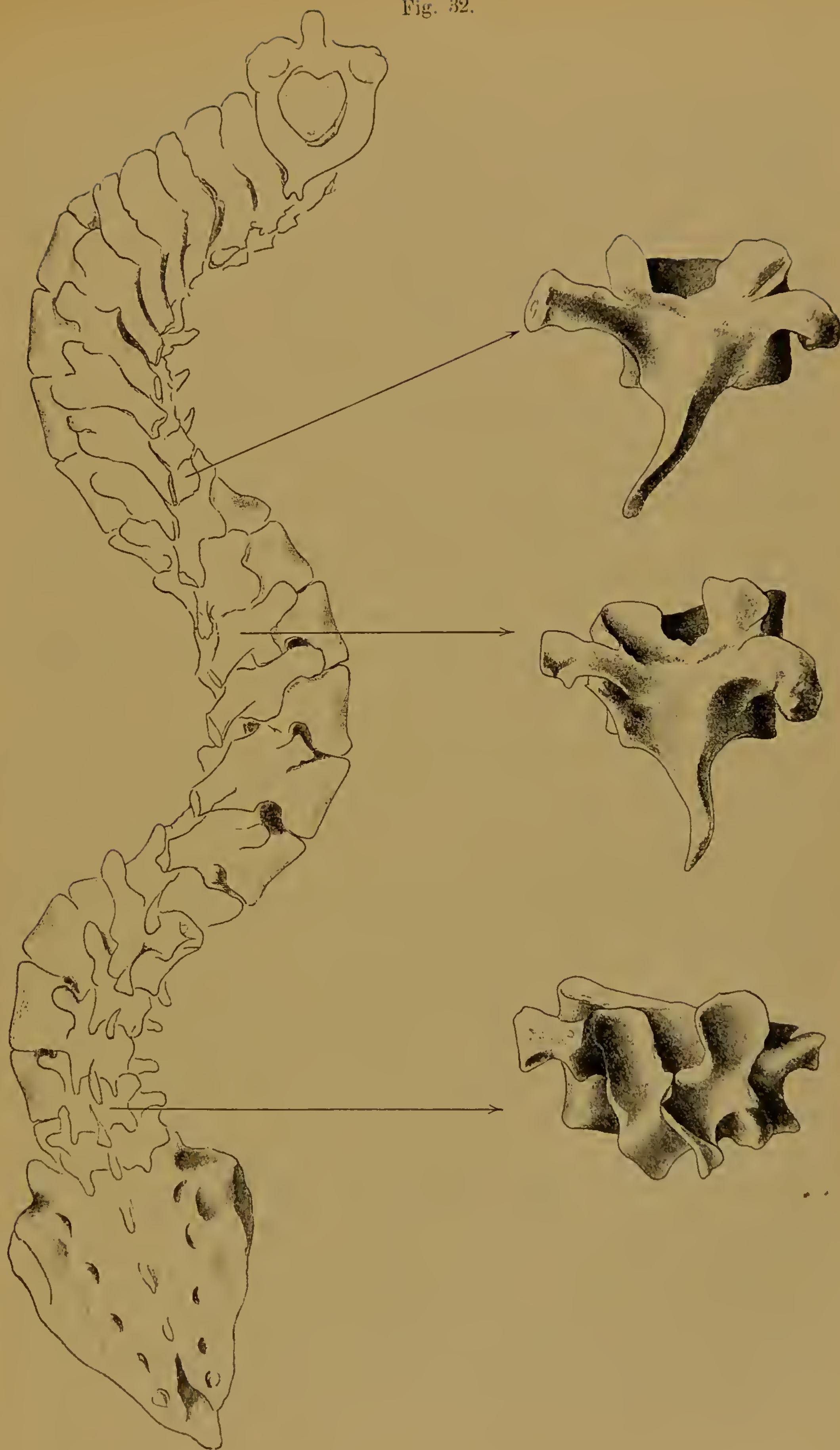


Fig. 32.

An einem normalen Wirbel ergibt der frontale Durchschnitt jener zwei Stellen, wo die Bogenwurzeln in den Körper implantirt sind, zwei vertical stehende Ellipsen. An einem Schrägwirbel mit der in Rede stehenden frontalen Bogentorsion würde man also erwarten, dass jener Durchschnitt zwei schräg stehende Ellipsen ergibt. Aber das ist durchaus nicht immer der Fall. Schon der blosse Anblick der Bogenwurzeln ergibt oft, dass nicht sie es sind, welche dieser Torsion unterworfen sind: sie sind — von kleinen, diesbezüglich nicht maassgebenden Asymmetrien abgesehen — in den Wirbelkörper ohne Torsion implantirt. Die Torsion muss daher erst hinter ihnen stattfinden. In anderen Fällen sieht man aber ganz deutlich, dass die Bogenwurzeln selbst die Torsion vermitteln: man sieht die beginnende Torsion, indem jener Theil der Bogenwurzel, der die Gelenksfacette trägt, also der obere Rand sich umkrämpt; dann sieht man die entsprechende schräge Implantation der ganzen Bogenwurzel; ferner sieht man die eine Bogenwurzel torquirt, die andere nicht. Woran das Alles liegt, ist schwer zu sagen. Im Ganzen kommt selbst eine hochgradige Torsion des Bogens, ohne entsprechende Schiefstellung der Bogenwurzeln an den Lendenwirbeln vor, während an den Brustwirbeln Bogenwurzeltorsion nicht selten ist.

Wenn man aber auch die den Schrägwirbeln zunächst liegenden Keilwirbel betrachtet, so sieht man, dass dieselbe Torsion auch an diesen zu sehen ist.

Nehmen wir an, wir hätten an einem II. und I. Lendenwirbel die Torsion nach links wahrgenommen und (diese Wirbel wären Schrägwirbel gewesen), so sieht man gegebenen Falles dieselbe Torsion auch noch an dem 12. und 11. Brustwirbel, die schon schwache Keile sind.

Man ersieht daraus, dass die frontale Torsion nicht eine Eigenthümlichkeit der Schrägwirbel sei, sondern der Wirbelbögen überhaupt.

Bald überzeugt man sich, dass hier ein complicirtes Verhalten platzgreift.

Zunächst bemerkt man, dass die an den Schrägwirbeln so stark ausgeprägte Torsion an dem nächst oberen Keilwirbeln in ihrem Grade abnimmt. Noch mehr ist dies beim nächst oberen Keilwirbel der Fall. Beim dritten ist förmlich ein Umschlag schon erfolgt; die Torsion ist nach der anderen Seite erfolgt. Und nun fängt die Sache an, in umgekehrter Richtung sich zu entwickeln. Die nächst oberen Schrägwirbel zeigen die entgegengesetzte Torsion der Wirbelplatten in starkem Maasse.

Was hat aber die ganze Erscheinung zu bedeuten?

Man betrachte die Wirbelsäule von rückwärts und stelle sich einen Fall von primärer Lumbalskoliose nach links vor. Die Wirbelsäule biegt sich nach links aus, d. h. die Lendenwirbel sinken nach rechts ein, die Keile wenden ihre Spitze nach rechts. Wie ein Fahnenträger, der, die Fahne im Sturme tragend, die Fahnenstange gegen den Wind hält, also, wenn der Wind die Dinge nach rechts biegt, die Fahnenstange nach links oben richtet; so scheint es, richtet sich der Wirbelbogen nach links oben, um dem Einsinken des Systems nach rechts entgegenzuarbeiten.

In der oberen Serie der Keilwirbel ist die entgegengesetzte Arbeit. Die Gegenkrümmung sucht die Wirbelsäule entgegengesetzt zu biegen. Wieder greifen die Bögen ein und eine entgegengesetzte frontale Torsion arbeitet der Biegung entgegen.

Im Scheitel der dorsalen Mittelkrümmung ist nun, wie bemerkt wurde, der Wendepunkt. Von dort aus fangen die Verhältnisse ihre Umkehr an.

Warum hört die frontale Torsion im Scheitel der Krümmung auf? Sie vermindert sich sozusagen schon an dem untersten Keilwirbel des rechtseitig convexen Dorsalsegmentes, und zwar aus folgendem Grunde.

Auch wenn es keine Torsion in dem bisher auseinandergesetzten Sinne gäbe, würde eine solche an einem Keilwirbel erscheinen müssen, aus dem Grunde, weil die Wurzeln der Wirbelbögen gleich unterhalb der oberen Basalfläche implantirt sind. Neigt sich die obere Basalfläche nach einer Seite, muss auch der Wirbelbogen sich gleichsinnig neigen. Liegt die Keilspitze nach links, so neigt sich die obere Basalfläche auch nach links unten, damit ist aber auch die Neigung des Wirbelbogens nach links gegeben. Der Dornfortsatz müsste dann nach rechts ausschlagen. Nun stelle man sich vor, dass der Wirbelbogen auch noch an der linkseitigen Torsion der nächst unteren Schrägwirbel participiren würde, so müsste sich die Querlinie seines Bogens erstens wegen dieser Theilnahme nach links senken und zweitens wegen der Neigung der oberen Basalfläche nach links; die Summe beider Neigungen wäre dann so bedeutend, dass der Dornfortsatz ganz gewaltig nach rechts ausschlagen würde, und es würde in der ganzen Anordnung des Vertebrallochs und aller nervösen Gebilde eine gewaltige Veränderung der räumlichen Verhältnisse gesetzt. Das tritt nun nicht ein, sondern der Bogen des Keilwirbels stemmt sich in der Concavität an seinen unteren Nachbarn und die Torsion findet eine Schranke: es kann nur jene Quote der Torsion zu Stande kommen, die aus der nach der Concavität gerichteten Neigung der oberen Basalfläche folgt. Ja, wenn man stark entwickelte Keile betrachtet, so macht es den Eindruck, dass sogar diese letztere Quote übercompensirt wird und der

Bogen eine Torsion in entgegengesetzter Richtung macht,*) offenbar weil seine convexseitige Hälfte abwärts, also der frontalen Torsion entgegengesetzt gezogen wird. Und so erfährt die Bogenreihe keine brüske Formveränderung.

Den einen und zwar wichtigen Eindruck erhält man aber aus dem ganzen Verhalten, dass die übereinander geschichtete Reihe der Wirbelbögen selbständige Umänderungen eingeht. Während an der Reihe der Wirbelkörper die Hauptveränderungen darin bestehen, dass Schrägwirbelserien und Keilwirbelserien alterniren, sieht man an den Wirbelbögen, dass die erörterte frontale Torsion aus der einen Serie in die andere übergreift; sie geht durch die Schrägwirbel in die Keilwirbel hinein und findet erst weiter ihre Schranke. Es ist dies auch begreiflich, wenn man erwägt, dass die Wirbelkörper auf den Bandscheiben, gleichsam gleitend, nur hin- und hergeschoben werden, während die Wirbelbögen ein System von untereinander verklammerten Elementen vorstellen, welchen ein analoges Ausweichen nicht gestattet ist.

Ich unterlasse es, neben dieser fesselnden Erscheinung auch noch andere Veränderungen zu beschreiben, die an dem System der Wirbelplatten zu sehen sind; so ihre verschiedene Höhen-, Quer- und Dickenentwickelung, so ihre verschiedene Neigung. Das Meiste davon ist von anderen Autoren schon erwähnt.

Auch unterlasse ich es, von den verschiedenen aber evident gesetzmässigen Veränderungen an den Querfortsätzen zu sprechen und möchte nur davor warnen, oberflächlichen Eindrücken zu folgen. So erscheinen zum Beispiel die Querfortsätze in der Concavität einer Krümmung gar besonders verdünnt und verlängert. Eine nähere Betrachtung reducirt aber den Schein der Länge sehr wesentlich, sobald man den Wirbel herausnimmt und von unten betrachtet. Aber dieses ganze Detail passt nicht in den Rahmen dieser kurzen Darlegung.

VI. Die Wirbelgelenke.

Bezüglich dieser wurde schon früher der eine wesentliche Punkt besprochen, der die Rotation der Wirbel betrifft. Es wurde gezeigt, dass

*) Das ist dasjenige, was Seeger gesehen hat; er fand Keilwirbel, bei denen der Dornfortsatz nicht so ausschlägt, wie es die Neigung der Basalfläche erfordern würde. Das ist aber Alles, was er gesehen. Ich glaube, durch die eben gegebene Darstellung die Verhältnisse klargelegt und ein Princip gefunden zu haben, in dessen Einzelheiten die Seeger'sche Beobachtung einen kleinen Punkt bildet. Aber Seeger's Beobachtung hat mich zur Aufdeckung geleitet.

man den Vorgang der Rotation an der Umgestaltung der Wirbelgelenke nachgewiesen findet. Hier soll noch bezüglich der Neigungserscheinung der Wirbel Einiges erwähnt werden.

Zeigt sich der vermehrte Rotationsumfang des Wirbelgelenkes — wir sprechen von der Lende und dem Dorsalsegmente — am horizontalen, so muss sich die Veränderung der Neigebewegungen, also die Folge der skoliotischen Deviation, im Ganzen und Grossen an dem frontalen Durchschnitte der Gelenke erweisen. Im Allgemeinen wird also eine Verkleinerung oder Erweiterung des Höhendurchmessers der Gelenksfacetten zu erwarten sein. In weiterem Ausgreifen wird man eine Fortbildung der Gelenkflächen auf benachbarte Strecken der Knochen und die Bildung von Neorthrosen verständlich finden.

Fig. 33.

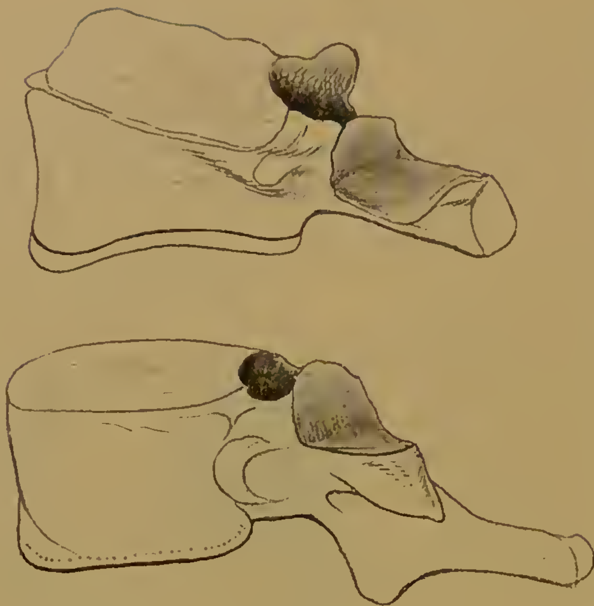


In erster Reihe ist nun das Verhalten der Gelenke in der Concavität der Krümmung beachtenswerth. Sind die Wirbel entschiedene Keile geworden, so kommen auch jene Punkte der Wirbelbögen in Berührung, die unmittelbar hinter den Gelenken liegen. Man sieht dann, wie sich neue Contactflächen, neue Verkehrsstrecken etabliren, die aber bei weiterer Entwickelung der Skoliose zur Ankylose, zu Synostose führen. Fig. 33 und 34 zeigen solche Bildungen und man sieht, wie das neue Contactgebiet sogar die ursprüngliche Gelenksfläche an Umfang übertrifft.*)

An der Convexität der Krümmung kann man ebenfalls erweiterte Gelenksgebiete sehen. Man könnte da leicht einen übereilten Schluss ziehen. Da die convexe Seite vor Allem der Dehnung unterliegt, so könnte man sich vorstellen, dass das erweiterte Gelenksgebiet die Bedeutung habe, als ob diese Erweiterung einfach einem Auseinandergehen der Theile entsprechen würde. Das ist in einer gewissen Phase der Ent-

*) Eine früher geäusserte Meinung, dass die stufenförmige Gestaltung des neuen Contactgebietes dem rotirenden Momente Widerstand leiste und so die Ablenkung der Bogenwurzel vermittle, halte ich dem früher Gesagten zufolge nicht mehr aufrecht.

Fig. 34.



wickelung wohl auch der Fall. Aber eine etwas nähere Betrachtung der Theile ergibt alsbald, dass die Erweiterung des Gelenksgebietes auch einem Zusammenschieben der Theile gerade an der convexen Seite entsprechen kann. Man sieht nämlich, dass das Gelenksgebiet sich nach abwärts, auf den hinter und unterhalb der Gelenksfläche gelegenen Theil des Bogens, sich erweitert, dass also die Wirbelplatten sich hier dachziegelförmig übereinanderschieben.

Das ist auch unschwer verständlich. Denn während die skoliotische Krümmung die Theile auf der convexen Seite auseinanderzieht, kommt bald die Gegenwirkung zum Ausdrucke. Die oberhalb gelegenen Theile leiten die Gegenkrümmung ein und schieben nun die durch die Dehnung auseinandergezogenen Theile wieder etwas übereinander, so dass die Wirbelplatten anfangen, sich gegeneinander zu stemmen. Man sieht auch daraus, wie complicirt das Problem sei. Der folgende Abschnitt wird gleich die Bedeutung der Gelenke erweisen.

VII. Statische Skoliose.

Belehrung verspricht das Studium der statischen Skoliose, weil ihre Bedingungen bekannt sind, ihre Entstehung auch eine sehr langsame, der Grad ihrer Abweichungen kein hoher ist, und weil hier die Gelenke eine grosse Rolle spielen dürften.

Einen sehr geeigneten Fall dieser Art bietet ein Skelett des pathologisch-anatomischen Museums in Wien, welches ich in meiner Abhandlung „Zur Lehre von der Coxa vara und Coxa valga“, Fig. 15, abgebildet habe. Es handelt sich um einen Erwachsenen, dessen linkes Bein im Kindesalter von spinaler Paralyse befallen worden war. Das Bein ist viel kürzer, sammt der linken Beckenhälfte hochgradig schwächer, mit Collum valgum und einem hochgradigen paralytischen Spitzfusse behaftet. Die Lende ist nach rechts, das Dorsalsegment nach links ausgebogen. Die letztere Krümmung ist stärker und weist am 8. und 9. Wirbel ganz mässige Keilgestalt auf; die oberhalb dieser Wirbel zunächst gelegenen Glieder des Dorsalsegmentes, der 7. und

6. Wirbel, haben etwas von Habitus der Schrägwirbel an sich, der 7. zeigt überdies an der concaven Seite etwas Schweifung seiner Vorderfläche.

Am 8. Brustwirbel sieht man eine typische, wenn auch geringe, Ablenkung der concavseitigen Bogenwurzel, eine Spur dieser Ablenkung auch an der convexseitigen, eine Spur von Abknickung der hinteren Körperfläche und das Emissarium mehr der convexseitigen Bogenwurzel genähert; das Foramen vertebrale dem entsprechend auch etwas ovoid.

Am 9. Brustwirbel das Foramen vertebrale noch spitzer nach der concaven Seite ausgezogen, eine Spur von Knickung der hinteren Körperfläche, die Bogenwurzeln typisch nach Seiten der Concavität beide abgeknickt und die concavseitige, von unten angesehen, deutlich dünner; bei der Ansicht von oben ist diese Verdünnung nicht deutlich, weil die obere, die Gelenksfacette tragende Spange der Bogenwurzel um eine sagittale Axe nach Seiten der Concavität torquirt ist und so der Bogenwurzel den Anschein eines normalen Querdurchmessers verleiht.

Interessant sind nun die Gelenksverhältnisse an diesen beiden Wirbeln. Die concavseitigen Gelenke sind nicht nur bedeutend erweitert, sondern auch auf die nächste Partie der Wirbelplatte fortgeführt, und zwar in einem solchen Umfange, wie es sonst an sehr hochgradigen Keilwirbeln der Fall ist. Das Missverhältniss zwischen der ganz mässigen Keilgestalt und den geringen Bogenwurzelablenkungen einerseits und der hochgradigen Veränderung der Gelenkflächen andererseits ist geradezu aufdringlich.

An den nächst oberen Wirbeln, am 7., 6., 5. springt nun die Differenz der Grössen der Gelenksfacetten sofort um; die convexseitigen werden grösser; sonst bemerkt man am 7. und 6. nur, dass die convexseitige Bogenwurzel etwas dünner ist, am 5. ist gar keine Spur einer Veränderung des Wirbels zu sehen; aber das convexseitige Gelenk ist grösser.

Am Lendensegmente kein Keil; nur der 1. Lendenwirbel zeigt auf der concaven Seite eine tiefere Schweifung seiner Vorderfläche. Am 1., 2., 3., 4. Lendenwirbel sieht man, wie der Schlusstheil des Bogens auf der concaven Seite in der Quere viel kürzer ist, als auf der convexen. Sonst sieht man nur, dass am 7. und 8. Brustwirbel der hintere Rand der Gelenkfläche des absteigenden Fortsatzes überwallt; es bohrt sich also der obere Wirbel in seinen unteren Nachbar schon ein. An den Gelenken der Lende sieht man an der convexen Seite eine Erweiterung derselben. Dort wo die linksseitige Dorsalkrümmung in den geradlinig verlaufenden Cervicaltheil ausbiegt, sieht man, wie am 1. und 2. Brustwirbel eine Gegenkrümmung signalisirt ist, indem nichts weiter bemerkt werden kann, als ein Niedrigwerden der linksseitigen Schlusstheile des Bogens.

Die Hauptveränderungen spielen sich also in den Gelenken ab. Die Gelenksgebiete werden erweitert.

VIII. Osteomalacische Skoliose von ganz beschränktem Umfang.

Einen klaren, durch seine Schärfe belehrenden Gegensatz zu einer statischen Skoliose bildet ein Fall von augenscheinlich osteomalacischer, ganz beschränkter Skoliose. Die Osteomalacie ist an dem Skelet auch sonst nur in mässigem Grade entwickelt (Kolisko).

Die Skoliose betrifft nur das obere Dorsalsegment, sonst ist die Wirbelsäule normal. Im Bereiche von fünf Wirbeln zeigen sich drei entschiedene, ein schwacher Keil und zwar so, dass der 7. und 8. Wirbel einen mit der Spitze nach rechts, der 5. Wirbel einen Keil mit nach links gewendeter Spitze bilden. Zwischen den beiden Keilgruppen, von denen die obere nur durch ein Glied vertreten ist, liegt ein Wirbel, der ein wenig an Schrägwirbel erinnert. Der Gesammtanblick des Segmentes ohne Gegenkrümmung erinnert sofort an die Fälle, wo im Lendensegmente Schaltwirbel einen geknickten Verlauf des Segmentes ohne Gegenkrümmung bedingen.

An dem obersten Keile bemerkt man keine Ablenkung der Bogenwurzeln. An dem unter ihm liegenden — sagen wir — Uebergangswirbel, ist die eine Bogenwurzel um eine Spur dünner; man hätte dieses Verhalten eher bei dem vorhergehenden erwartet. Der nächst untere Keilwirbel zeigt eine Spur von Ablenkung der Bogenwurzeln gegen die Concavität, die concavseitige Bogenwurzel ist deutlich dünner; das Emissarium der convexseitigen Bogenwurzel näher. Der folgende Keil zeigt dasselbe Verhalten, nur ist die Ablenkung der beiden Bogenwurzeln nach der Concavität deutlicher. Am nächst unteren Wirbel ist die Keilgestalt durch die deutliche Schweifung der vorderen Wirbelfläche auf der concaven Seite angedeutet; beide Bogenwurzeln zeigen eine Spur von Ablenkung nach der concaven Seite.

An den beiden untersten Keilen sind die Bogenwurzeln horizontal torquirt, allerdings ganz wenig, nach Seiten der Concavität. An dem obersten Keile, der die Spitze nach der anderen Seite wendet, ist auch diese Torsion nach Seiten der Keilspitze, also auf die andere Seite, wahrnehmbar. An den fünf die Deformität repräsentirenden Wirbeln sind sämmtlich die Dornfortsätze in auffälligem Maasse nach der Seite der Concavität der unteren Gruppe der Keile gekrümmt.

Dabei sind an allen Gelenken nur ganz kleine Unterschiede in der Grösse der Facetten wahrnehmbar; in der oberen Strecke sind die linksseitigen, in der unteren die rechtseitigen (also den Keilspitzen entsprechenden oder concavseitigen) Facetten etwas kleiner.

An diesem Präpärate sieht man also, dass relativ ganz bedeutende Deformitäten der Wirbelkörper und der Dornfortsätze, sehr mässige Ablenkungen der Bogenwurzeln, aber ausserordentlich geringfügige Veränderungen der Gelenke stattgefunden haben. In den Knochen liegen also die Hauptveränderungen, und der Schluss auf Osteomalacie wäre schon daraus zu ziehen.

Eine recht interessante Ergänzung zu dem Capitel der statischen und der osteopathischen Skoliose bilden noch die Fälle, wo der Schein der Skoliose durch Schaltwirbel erzeugt wird. Hier sieht man, dass gar keine weitergreifenden Einflüsse auf die Wirbelsäule zu Stande kommen. Die durch die Schaltwirbel erzeugte Gestaltveränderung hat gar keinen Einfluss auf die Nachbarschaft.

— — — —

IX. Die kyphotische Skoliose.

Oben wurde erwähnt, dass die skoliotische Wirbelsäule ihre physiologischen Krümmungen verliert. Vor Allem ist es das Dorsalsegment, das seine kyphotische Gestalt verliert. Die ganze skoliotische Wirbelsäule liegt dann in einer frontalen Ebene.

Doch findet dies nicht immer statt. Das Wiener pathologische Museum enthält Präparate, wo die Ebene, in welche sich die skoliotische Wirbelsäule einstellt, eine diagonale ist, eine Ebene, die zwischen der frontalen und sagittalen liegt.

Schon in diesen Fällen muss der Anschein der Kyphose vorwiegen. Das Museum enthält aber auch Präparate, wo die Ebene, in welcher die Skoliose liegt, eine nahezu sagittale ist, jedoch so, dass die Wirbelkörper förmlich nach hinten sehen. Schon daraus ist ersichtlich, dass das nur ganz reine Skoliosen sind, aber zu einem solchen Grade entwickelt, dass die Drehung der Wirbel zu einer Umkehrung derselben geführt hat, ein sprechendster Beweis, welche Rolle die Rotation spielt. An solchen Präparaten sieht man dann, wie nicht nur an der convexen Seite die Rippen sich an den hochgradig gedrehten Wirbeln herumwinden, um sich nach vorne zu begeben, sondern man sieht auch an der concaven Seite, wie die Rippen auf dieser Seite sich den Körpern anlegen, um sich dann zu strecken und zu ihrer vorderen Insertion zu gelangen.

So imposant das Bild ist, so bietet dasselbe durchaus nichts, was nicht auch die Skoliosen niederen Grades nicht bieten würden; nur sind die Veränderungen quantitativ hochgradig. So erlangt z. B. die Knickung an der Hinterfläche des Wirbelkörpers, die im Beginne der Skoliose eben wahrnehmbar ist, und die damit zusammenhängende Verlagerung der Emissarienlöcher an kyphotischen Skoliosen einen so hohen Grad, dass die concavseitige Hälfte der Hinterfläche mit der convexseitigen sogar unter einem spitzen Winkel zusammentreffen. So ist auch die frontale Torsion in einem überraschendem Maasse vorhanden. Bei einer von Professor Paltauf mir zur Untersuchung überlassenen zerlegten kyphotischen Wirbelsäule sind an einzelnen Wirbeln die Bögen um 45° gegen die Basalfläche des Wirbelkörpers gedreht. Ebenso überraschend ist das Höhenwachsthum einzelner Wirbelserien, besonders der Lendenwirbel. Ein Präparat des pathologisch-anatomischen Museums, an welchem das Lendensegment fast geradlinig nach hinten hinausstrebt, sind die Lendenwirbel zu hohen Cylindern umgestaltet. Ebenso zeigt sich aber auch an einzelnen Schrägwirbeln des dorsalen Segmentes an vielen Präparaten ein auf-

fallendes Höhenwachsthum. Dem gegenüber ist es sonderbar, dass gerade an diesen Skoliosen die Keilbildung nur in geringem Maasse ausgesprochen ist. Fälle derart, wo die zwei Basalflächen des Keiles sich nahezu schneiden würden, kommen gar nicht vor. Im Ganzen machen die kyphotischen Skoliosen den Eindruck, dass die Rotation der Elemente einen förmlich excessiven Factor vorstellt.

In mancher Beziehung verdienten daher diese kyphotischen Skoliosen ein eigenes Studium.

X. Schlussbemerkung.

Ich kann nun nach den umständlichen Auseinandersetzungen über ein so complicirtes Detail nichts Besseres thun, als jene Sätze wiederholen, die H. Meyer vor mehr als 30 Jahren niedergeschrieben in seiner Abhandlung: „Zur Mechanik der Skoliose*).“ Er führt aus, dass man die mechanischen Leistungen der Wirbelsäule nur dann begreifen kann, wenn man sich die Wirbelsäule zerlegt denkt in 1. eine Körperreihe und 2. eine Bogenreihe. Der Gedanke ist sehr originell, weil wir sonst nur an die Theilung der Wirbelsäule in eine Folge von 24 übereinandergelegten und miteinander beweglich verbundenen Wirbeln denken.

Meyer stellt folgende zwei Sätze hin:

„1. Dass die Körperreihe der Wirbelsäule nicht nur einer Compression in hohem Grade widersteht, sondern sogar während ihrer Biegung auf der convexen Seite eine Dehnung erfährt, und

2. dass dagegen die Bogenreihe nicht nur entschieden das Vermögen beträchtlicherer Verkürzung besitzt, sondern dass sie auch durch die beständige elastische Spannung, in welcher sie sich befindet, eine sehr grosse Neigung zur Verkürzung zeigt.“

Wenig gekannt dürfte die schon von Hirschfeld berichtete Thatsache sein, dass die Bogenreihe, wenn sie von der Körperreihe abgetrennt wird, bedeutend kürzer wird, als sie vor der Trennung war. Hirschfeld schätzte die Verkürzung auf ein Siebentel der Länge. Meyer fand, die Thatsache weiter verfolgend, folgende Ziffern: Die Bogenreihe eines 37jährigen Mannes verkürzte sich um 35 *mm*, eines 18jährigen Mannes um 30 *mm*, eines 14jährigen Mädchens um 45 *mm*.

---

*) Virchow's Archiv, Bd. XXXV, 1865.

In mehreren Versuchen, die Meyer anstellte, war eine Belastung von ungefähr vier Pfund nöthig, um die getrennte Bogenreihe wieder auf jene Länge zu strecken, welche sie an der ungetheilten Wirbelsäule hatte.

Dann entwickelt H. Meyer noch Folgendes:

„Bei den normalen Krümmungen wird die Körperreihe in die gekrümmte Gestalt überführt und die hinten liegende Bogenreihe mit ihrer ausserordentlichen Accommodationsfähigkeit fügt sich dieser Gestalt an; sei es, dass sie sich hiefür verkürzen oder dass sie sich ausdehnen müsse. Anders verhält es sich bei den seitlichen Krümmungen; indem hier wegen der Nebeneinanderordnung der Körperreihe und der Bogenreihe die letztere nicht in unbedingte Abhängigkeit von ersterer gestellt ist, sondern ihre eigenthümlichen Eigenschaften geltend machen kann."

„Die beiden Theile der Wirbelsäule besitzen einen verschiedenen Grad von Compressionsfähigkeit, und zwar die Körperreihe einen sehr geringen, die Bogenreihe dagegen einen sehr beträchtlichen, und ausserdem befindet sich die Bogenreihe sogar beständig in einer im Sinne der Verkürzung wirkenden elastischen Contractionsspannung. Gleichmässige Näherung der Endpunkte eines gleich langen Stückes beider Theile der Wirbelsäule wird demnach die Körperreihe zu einem höheren Bogen gestalten, die Bogenreihe dagegen zu einem flacheren . . . . In dem ganzen von der Krümmung befallenen Theile wird überhaupt die Körperreihe mehr in die Convexität gedrängt sein, die Bogenreihe dagegen mehr in die Concavität. Dieses ist nun aber gerade diejenige Stellungsveränderung, welche sich als spirale Drehung der Wirbel kundgibt."

Nun kann es natürlich Niemandem entgehen, dass an dem Brustsegmente, wo es normaliter eine Kyphose gibt, zunächst diese Kyphose (bei welcher ja die Körper in der Concavität liegen) verschwinden müsse, damit dann die Körper in die seitliche Convexität hineinrücken könnten. Dieses Moment berücksichtigte H. Meyer in der ernstesten Weise und kam nach Ueberlegung dazu, dass die Widerstände, welche sich der nothwendig vorauszusetzenden Anstrebung der Kyphose entgegenstellen, vor Allem die Spannung der Fascia longitud. anter., in dem kindlichen Alter geringer sein müssten, so dass das Verschwinden der Kyphose und die skoliotische Einstellung der Wirbelkörper in die Convexität der seitlichen Krümmung bei Kindern auch experimentell erweisbar sein könnte.

Die Versuche ergaben ein positives Resultat. Meyer schreibt: „Ich wendete mich an Wirbelsäulen von Neugeborenen, und war überrascht, zu sehen, mit welcher Leichtigkeit sich bei diesen die fraglichen Nebenerscheinungen einstellten. Man fasst einen beliebigen Theil der Hals-

wirbelsäule mit einer Hand und mit der anderen einen beliebigen Theil der Lendenwirbelsäule und drängt beide gegeneinander. Es wird sich alsdann eine seitliche Ausbiegung des zwischenliegenden Theiles der Wirbelsäule bald einstellen, mit derselben zugleich aber auch eine Vorwärtsbeugung (Lordose) und eine spiralige Drehung. Diese beiden letzteren Veränderungen treten mit einer solchen Gewalt auf, dass man die festgehaltenen Theile der Wirbelsäule in der Hand sich winden fühlt, und dass man einen gewissen Kraftaufwand nöthig hat, um diese Theile in ihrer unveränderten Lage festzuhalten."

— — — — — — — — — — — — — — — —

Bemerkenswerth war nun diesem Verhalten bei Neugeborenen gegenüber das Verhalten von Wirbelsäulen älterer Individuen:

„Bei einem 9jährigen Knaben traten die beiden fraglichen Nebenerscheinungen leicht und sicher auf.

Bei einem 14jährigen Mädchen war dieses auch der Fall, jedoch in geringerem Grade; Entfernung der Fascia longitudinalis anterior liess dann die Erscheinungen mit fast derselben Entschiedenheit hervortreten, wie bei dem 9jährigen Knaben.

Bei einem 16jährigen Mädchen traten Lordose und spiralige Drehung erst nach Entfernung der Fascia longitudinalis anterior auf, und bei einem 24jährigen Manne stellten sich dieselben, so vollkommen auch die seitliche Ausbiegung gelang, selbst nach Entfernung der Fascia longitudinalis nicht mehr ein."

Ich glaube, dass diese Versuche von Neuem aufzunehmen und unter den aus der Anatomie der Skoliose inzwischen gewonnenen Gesichtspunkten einer genaueren Auswerthung zuzuführen wären. Dies von Meyer betonte verschiedene Verhalten der Körperreihe und der Bogenreihe erscheint durch die in den gegenwärtigen Auseinandersetzungen hervortretenden Thatsachen von der allergrössten Wichtigkeit, und ich hebe es ausdrücklich hervor, dass meine ganze Arbeit eigentlich nur die Bedeutung hat, die von Rokitansky und Meyer behauptete Rotation der einzelnen Elemente einer skoliotischen Wirbelsäule unwiderleglich nachgewiesen und gezeigt zu haben, wie richtig Meyer die Sache anpackte, als er die Wirbelsäule in zwei der Länge nach aneinander befestigte Stäbe sich zerlegt dachte.

Die Windung der skoliotischen Wirbelsäule beruht daher auf der Rotation ihrer Elemente, auf einer Bewegung derselben um ihre verticale Axe.

Was an Torsion der Elemente dabei noch vorhanden ist, wurde im Vorausgegangenen zum Theile eingehender nachgewiesen, zum Theile

angedeutet. Vor Allem gehört hieher der schiefe Bau der Schrägwirbel, die von Lorenz beschriebene Ablenkung der Bogenwurzeln, die von Seeger gelegenheitlich an einzelnen Wirbeln bemerkte, von mir eingehender beobachtete und behandelte Torsion des Bogens gegenüber dem Körper; daneben wird eine noch eingehendere Beschreibung viele kleine Erscheinungen verzeichnen können, die unter dem Namen Torsion zusammenzufassen sind. Aber alle diese Erscheinungen erklären durchaus nicht das Bild der Gesammtwindung des Systems; die Rotation erklärt sie.

Es wird über Skoliose noch Vieles zu arbeiten sein. Einmal wird das Verhalten der Weichtheile zu studiren sein und insbesondere das Verhalten der Rumpfmuskulatur, welche ja bei der Rotation eine Rolle spielen muss; dann wird der gesammte Bandapparat zu studiren sein; und die von Meyer begonnenen Versuche können dann noch die schliesslichen Voraussetzungen zu einer mathematischen Behandlung des Themas liefern.*)

Nur Eines wird auch dann noch im Dunkeln bleiben. Warum ist die Skoliose bei Mädchen um so viel häufiger, als bei Knaben? Diese Frage wird bei aller Schärfe der theoretischen Erklärungen über Skoliose noch offen bleiben.

Aber auch da scheint sich ein Weg zu bieten, der vielleicht eine Lösung verspricht.

Es dürfte doch schon im Baue und in dem Wachsthum einer weiblichen und einer männlichen Wirbelsäule einige Unterschiede geben. Das Becken der beiden Geschlechter verhält sich bei beiden Geschlechtern entschieden anders. Und so dürfte eine eingehendere Untersuchung der wachsenden Wirbelsäule Anhaltspunkte geben, um das erschreckend häufige Auftreten der Skoliose bei Mädchen zu erklären.

---

*) Eingangs habe ich meine früheren Messungen angeführt, welche die grossen Differenzen in der Länge der Körperreihe und der Dornfortsatzreihe bei der skoliotischen Wirbelsäule nachweisen und schon darin einen Grund haben, dass die physiologische Kyphose des Dorsalsegmentes verschwindet; die Dornfortsätze rücken dann zusammen. Misst man über die Mitten der Vorderflächen der Körper, so ist das Resultat zwar etwas genauer, aber im Wesen dasselbe. Bei Wiederholung der Messungen erhielt ich den Eindruck, dass an der skoliotischen Wirbelsäule die Wirbelkörper unter Umständen mehr in die Höhe wachsen, als die Bogenbestandtheile. Namentlich an den hochgestalteten Lendenwirbeln. Auch das sind Zukunftsthemata.